

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

(повна назва інституту)

Кафедра електропостачання

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов

«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

спеціалізації Системи забезпечення споживачів електричною енергією

на тему: «Контроль та облік електроенергії об'єктів з комбінованим електропостачанням»

Виконав (-ла): студент (-ка) II курсу, групи ОЕ-з91мп

_____ Єсін Денис Георгійович

(прізвище, ім'я по батькові)


(підпис)

Науковий керівник к.т.н., доц. Калінчик Василь Прокопович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультант нормоконтроль ас. Прокопенко І.Д.

(назва розділу)

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) Єсін Д.Г.



Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний
інститут імені Ігоря
Сікорського»**

Інститут/факультет Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва)

Кафедра електропостачання
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Спеціалізація «Системи забезпечення споживачів електричною енергією»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов
« ____ » _____ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Єсін Денис Георгійович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Контроль та облік електроенергії об'єктів з комбінованим електропостачанням».
науковий керівник дисертації к.т.н., доц. Калінчик Василь Прокопович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від «03» листопада 2020 р. №3198-с
2. Строк подання студентом дисертації 14 грудня 2020 року
3. Об'єкт дослідження : процеси вимірювання та контролю режимів електроспоживання
4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою технології побудови систем контролю та обліку електроенергії об'єктів з комбінованим електропостачанням
5. Перелік завдань, які потрібно розробити :
 - огляд та аналіз систем електропостачання, контролю та обліку електроенергії
 - основні принципи побудови систем контролю та обліку електроенергії

- практична реалізація системи контролю та обліку електроенергії об'єктів з комбінованим електропостачання
- розробити стартап-проект.

6.Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: блок-схеми розроблених алгоритмів, - Однолінійна схема електропостачання ТОВ «Гідра», графіки добового споживання електроенергії, схеми систем холодопостачання Чилер-фанкойл, схеми автоматизованих систем (комерційного) обліку електроенергії, презентаційний матеріал;

7.Орієнтовний перелік публікацій

1) Єсін Д. Г. «Основні засади побудови багаторівневої автоматизованої системи обліку електроенергії» III науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ 26 – 27 листопада 2020 р. С.68-78;

2) Василь Калінчик, Денис Єсін, Сергій Тисячний «Принципи побудови багаторівневої системи обліку електроенергії» матеріали XXXII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії» 30.11.2020 р., С.206

8.Консультанти розділів дисертації

Нормоконтроль

ас. Прокопенко І.Д.

9.Дата видачі завдання 01 вересня 2020 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів МД	Примітка
1	Аналіз літературних джерел	1.06.20-20.06.20	
2	Складання плану роботи	20.06.20-30.06.20	
3	Робота над першим розділом	30.06.20-30.07.20	
4	Робота над другим розділом	30.07.20-30.08.20	
5	Робона над третім розділом	30.09.20-30.10.20	
6.	Розробка стартап проекту	30.10.20-15.11.20	
7.	Оформлення дисертації	15.11.20-25.11.20	
8.	Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування	30. 11.20-10.12.20	
9.	Передзахист МД	10.12.20-14.12.20	
10.	Захист дисертації	17.12.20-22.12.20	

Студент


(підпис)

Єсін Д.Г.
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Калінчик В.П.
(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг роботи: магістерська дисертація викладена на 121 сторінці, складається зі вступу, 4 розділів, висновку та переліку використаних джерел, вміщує 22 рисунків, 19 таблиць, список використаних джерел із 55 найменувань.

Актуальність роботи. Дослідження та подальший розвиток комерційного обліку електроенергії об'єктів з комбінованим електропостачанням є важливою частиною розвитку систем електропостачання, «Smart grid». У розумних системах електропостачання «Smart grid» використовується новітня технологія збору інформації про виробництво, розподіл та споживання електричної енергії, це дозволяє значно спростити та підвищити, надійність та економічний ефект виробництва. Необхідність застосування автоматичного комерційного обліку обумовлена технологічними та економічними причинами.

Наразі Україна перейшла на нову модель ринку електричної енергії з запровадженням ринку двосторонніх договорів, балансуючого ринку електроенергії (РДДБ). Разом з цим збільшилась необхідність мати точний та достовірний комерційний облік електроенергії на оптовому та роздрібному ринках електроенергії.

Коли є можливість оперативно отримати точні дані по генерації чи споживанню електричної енергії - істотно підвищується ймовірність прогнозів щодо вироблення / споживання електроенергії, що істотно впливає на енергозбереження та є економічно вигідно.

Використання автоматизованих систем обліку електроенергії - ключова вимога при роботі з електроенергією на оптовому ринку України. Тарифи на електроенергію у енергопостачальних організацій суттєво залежать від наявності АСКОЕ.

Мета магістерської дисертації. Метою роботи є підвищення достовірності контролю електроспоживання об'єктів з комбінованим електропостачанням.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- проаналізувати системи електропостачання виробничих об'єктів ;
- проаналізувати системи контролю та обліку електроенергії ;
- дослідити нормативні документи щодо побудови систем контролю та обліку електроенергії ;
- практична реалізація системи контролю та обліку електроенергії об'єктів з комбінованим електропостачанням ;
- розробити стартап-проект.

Об'єкт дослідження : процеси вимірювання та контролю режимів електроспоживання.

Предмет дослідження : технології побудови систем контролю режимів електроспоживання.

Методи дослідження : аналіз роботи обладнання в різних умовах та моделювання роботи системи.

Наукова новизна одержаних результатів : запропоновано розширення можливостей автоматичної системи контролю обліку електроенергії, в умовах лібералізованого ринку електричної енергії , для автоматичного регулювання споживання електроенергії споживачами з комбінованим електропостачанням.

Практичні результати: розроблено автоматичну систему контролю та обліку електроенергії об'єктів з комбінованим. Розроблено стартап-проект, який дозволить автоматизувати процес споживання електроенергії за прогнозованим графіком навантаження.

Практичне значення : на основі результатів магістерської дисертації

можна визначати оптимальні рішення в задачах побудови систем моніторингу електричної енергії об'єктів з комбінованим електропостачанням . Також визначається напрямок подальшого розвитку АСКОВЕ.

Апробація результатів дисертації та публікації :

1) Єсін Д. Г. «Основні засади побудови багаторівневої автоматизованої системи обліку електроенергії» III науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ__26 – 27 листопада 2020 р._С.68-78;

2) Василь Калінчик, Денис Єсін, Сергій Тисячний «Принципи побудови багаторівневої системи обліку електроенергії» матеріали XXXII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії» 30.11.2020 р., С.206

Ключові слова: автоматизована система комерційного обліку електроенергії, система контролю та обліку, генеруючі установки, комбіноване електропостачання, програмне забезпечення, трансформатори струму, напруги, багатофункціональні лічильники електроенергії, альтернативні джерела енергії, Smart grid, енергоефективність.

ABSTRACT

Structure and scope of work: the master's dissertation is presented on 121 pages, consists of the introduction, 4 sections, the conclusion, contains 22 figures, 19 tables, the list of the used sources from 55 names.

Relevance of work. Research and further development of commercial electricity metering with combined power supply facilities is an important part of the development of power supply systems, the "Smart grid". Smart grid systems use the latest technology to collect information on the production, distribution and consumption of electricity, which greatly simplifies and increases the reliability and economic effect of production. The need for automatic commercial accounting is due to technological and economic reasons.

Currently, Ukraine has moved to a new model of the electricity market, this improvement of the Wholesale Electricity Market is associated with the introduction of the market of bilateral agreements, balancing the electricity market. At the same time, the need to have accurate and reliable commercial accounting of electricity in the wholesale and retail electricity markets has increased.

When it is possible to quickly obtain accurate data on the generation or consumption of electricity - significantly increases the likelihood of forecasts for the production / consumption of electricity, which significantly affects energy savings and is cost-effective.

The use of automated electricity metering systems is a key requirement when working with electricity in the wholesale market of Ukraine. Electricity tariffs for energy supply organizations significantly depend on the availability of (ASCAPC).

The purpose of the master's dissertation. The purpose of the work is to increase the reliability of control of electricity consumption of facilities with combined power supply.

To achieve this goal it is necessary to solve the following tasks:

- analyze the power supply systems of production facilities;
- analyze electricity control and accounting systems;
- to study the regulations on the construction of control systems and electricity metering;
- practical implementation of the system of control and accounting of electricity of objects with combined power supply;
- develop a startup project.

Object of research: processes of measurement and control of power consumption modes.

Subject of research: technologies of construction of control systems of power consumption modes.

Research methods: analysis of equipment operation in different conditions and modeling of system operation.

Scientific novelty of the obtained results: it is proposed to expand the capabilities of the automatic control system of electricity metering, in the conditions of the liberalized electricity market, for automatic regulation of electricity consumption by consumers with combined electricity supply .

Practical results: an automatic system of control and accounting of electricity of objects with combined has been developed. A startup project has been developed that will automate the process of electricity consumption according to the projected load schedule.

Practical significance: based on the results of the master's dissertation, it is possible to determine the optimal solutions in the problems of building electrical energy monitoring systems of objects with combined power supply. The direction of further development of (ASCAPC) is also determined.

Approbation of dissertation and publication results:

1) Yesin D.G. "Basic principles of building a multilevel automated system of electricity metering" III scientific and technical conference of undergraduates IEE__26 - November 27, 2020_p.68-78;

2) Vasyl Kalinchyk, Denis Yesin, Serhiy Tysyachny "Principles of building a multilevel system of electricity metering" materials of the XXXII International Scientific and Practical Internet Conference "Problems and prospects of modern science in Europe and Asia" 30.11.2020, p.206

Keywords: automated system of commercial electricity metering, control and metering system, generating units, combined power supply, software, current transformers, voltages, multifunctional electricity meters, alternative energy sources, Smart grid, energy efficiency.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	12
ВСТУП	13
1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	15
1.1 Характеристика та аналіз систем електропостачання виробничих об'єктів	15
1.2 Огляд та аналіз систем контролю та обліку електроенергії.....	23
1.3 Постановка цілей та завдань	27
Висновки	28
2. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	30
2.1 Огляд та аналіз нормативних документів з питань обліку та контролю електроспоживання.....	30
2.2 Принципи побудови системи контролю електроспоживання об'єктів з комбінованим електропостачанням	37
2.3 Аналіз та вибір методів прогнозування електроспоживання	42
Висновки	52
3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ОБ'ЄКТІВ З КОМБІНОВАНИМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	54
3.1 Основні технічні рішення при реалізації системи контролю та обліку електроенергії з комбінованим електропостачання	54
3.2 Побудова та характеристика функціональної структури системи контролю та обліку електроенергії..	69
3.3 Види забезпечення системи	83
Висновки	89
4 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ РОЗУМНОГО ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ «AutoActiv R».....	90
4.1 Опис ідеї проекту	98
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	103
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	104

4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	109
4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	110
Висновки	113
ВИСНОВКИ	114
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	116

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСКОЕ – Автоматизована система комерційного обліку електроенергії;

ТС - Трансформатори струму;

ТН - Трансформатор напруги;

ВП - Вимірювач параметрів якості електроенергії;

МН - Маневрене навантаження;

ЛЧ_О - Лічильник електроенергії (основний лічильник);

ЛЧ_Д - Лічильник електроенергії (дублюючий лічильник);

ПО - Прилад обліку - вимірювальний компонент ЛУО;

ЛУО - Локальне устаткування обліку електроенергії;

РУЗД - Регіональне устаткування збору даних;

ЦУЗД - Центральне устаткування збору даних;

ОЕС – Об'єднана енергетична система;

ЛУЗОД – Локальне устаткування збору та обробки даних;

МБН – Межа балансової належності;

ТВ – Точка виміру електроенергії;

ТР – Точка розподілу електроенергії;

ОСР – Оператор системи розподілу;

ПЗ – програмне забезпечення;

КТЗ – комплекс технічних засобів;

ІОК – інформаційно обчислювальний комплекс;

МЕВ – межа експлуатаційної відповідальності.

ВСТУП

В даний час електроенергетика України має досить велике коло завдань, які необхідно вирішувати для покращення ситуації. Одним з таких проблемних питань є організація комерційного обліку електроенергії для учасників ринку електричної енергії. В умовах лібералізованого ринку електричної енергії, головна мета якого – підвищення ефективності на ринку електричної енергії через конкуренцію, як у споживачів електричної енергії виникає необхідність точного прогнозування обсягів споживання електричної енергії, так і в генеруючих електроенергію компаній. В цьому їм дуже допомагає можливість моніторингу та аналізу, споживання / генерації, які дозволяє здійснювати автоматизована система комерційного обліку електроенергії. Перш за все, комерційний облік електроенергії - це процес вимірювання кількості електроенергії і визначення обсягу потужності, збору, зберігання, обробки, передачі результатів цих вимірювань і розрахунку інформації про кількість виробленої та спожитої електроенергії, для подальшого розрахунку за електроенергію.

В нашій країні кожного дня більшає суб'єктів альтернативної енергетики, набуває популярності система комбінованого електропостачання, при якій є можливість резервування електропостачання різних об'єктів. У магістерській роботі розкрито питання про правильність організації комерційного обліку електроенергії на об'єктах з комбінованим електропостачання та можливі шляхи розширення функціоналу АСКОВЕ.

Об'єкт дослідження: : процеси вимірювання та контролю режимів електроспоживання.

Мета магістерської дисертації. Метою роботи є підвищення достовірності контролю електроспоживання об'єктів з комбінованим електропостачанням.

Предмет дослідження : технології побудови систем контролю режимів електроспоживання.

Методи дослідження : аналіз роботи обладнання в різних умовах та моделювання роботи системи.

Актуальність роботи. Дослідження та подальший розвиток комерційного обліку електроенергії об'єктів з комбінованим електропостачанням є важливою частиною розвитку систем електропостачання, «Smart grid» . У розумних системах електропостачання «Smart grid» використовується новітня технологія збору інформації про виробництво, розподіл та споживання електричної енергії, це дозволяє значно спростити та підвищити, надійність та економічний ефект виробництва. Необхідність застосування автоматичного комерційного обліку обумовлена технологічними та економічними причинами.

Практичні результати: розроблено автоматичну систему контролю та обліку електроенергії об'єктів з комбінованим. Розроблено стартап-проект, який дозволить автоматизувати процес споживання електроенергії за прогнозованим графіком навантаження.

Практичне значення : на основі результатів магістерської дисертації можна визначати оптимальні рішення в задачах побудови систем моніторингу електричної енергії об'єктів з комбінованим електропостачанням . Також визначається напрямок подальшого розвитку АСКОЕ.

Апробація результатів дисертації та публікації :

1) Єсін Д. Г. «Основні засади побудови багаторівневої автоматизованої системи обліку електроенергії» III науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ__26 – 27 листопада 2020 р. С.68-78;

2) Василь Калінчик, Денис Єсін, Сергій Тисячний «Принципи побудови багаторівневої системи обліку електроенергії» матеріали XXXII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії» 30.11.2020 р., С.206.

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

1.1 Характеристика та аналіз систем електропостачання виробничих об'єктів

Система електропостачання (СЕП) реалізує живлення електричною енергією споживачів електричної енергії. Це сукупність генеруючих установок, ліній електропередач і пристроїв розподілу електричної енергії. Також сюди потрібно віднести й вимірювальне і захисне обладнання. Джерелами електричної енергії є районні, теплові, гідро, сонячні та атомні електростанції, які як правило розташовуються на певних відстанях. Об'єднання всіх електричних станцій та ліній електропередач у єдину систему забезпечує надійність забезпечення електроенергією споживачів, а також знижує пікове навантаження електричних станцій у різні години.

Для виробничих об'єктів існують 3 розповсюджені схеми електропостачання :

1) Коли електропостачання здійснюється лише від електричних станцій енергосистеми. Цей варіант характерний для великих міст, з розвинутою промисловістю. При цьому відбувається дуже хороше поєднання надійного електропостачання та теплопостачання. Такий варіант СЕП найбільше розповсюджений.

2) Коли електропостачання об'єкту відбувається від енергосистеми та одночасно від власної генеруючої установки. Це дозволяє промпідприємству забезпечити більшу надійність.

3) Коли електропостачання об'єкту відбувається лише від власної генеруючої установки. Така СЕП використовується для об'єктів, які

знаходяться у дуже віддалених та важкодоступних для забезпечення централізованого електропостачання, районах.

Наразі здійснюється перехід від застарілої моделі функціонування енергетичного ринку, в якому домінують великі виробники, викопне паливо та неефективні мережі з недосконалою конкуренцією на ринку електроенергії - до нової моделі, лібералізованої, в якій створюється більш конкурентне середовище. Також приділяється велика увага підвищенню енергоефективності й використанню енергії з відновлювальних джерел. При цьому відбувається й підвищення надійності роботи енергосистем, а також, як результат, зменшення шкідливих викидів в атмосферу.

Кількість електрообладнання відновлюваної енергетики в електропостачанні об'єкта залежить від багатьох факторів. Одним з найважливіших є - енергетичний потенціал відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) і його зміна в часі, потреби об'єкта в потужності, вимоги до надійності електропостачання. Залежно від цих та інших чинників обирається та проектується система електропостачання виробничого об'єкту.

Для автономного електропостачання можуть бути побудовані гідро, вітрові і сонячні електростанції або ж можуть бути поєднані декілька різних типів електростанцій. Але майже, неможливо забезпечити безперервне електропостачання потужних споживачів тільки за рахунок ВДЕ через істотні добові зміни потенціалу вітрів та сонячної інсоляції, які не відповідають сезонним змінам графіків енергоспоживання.

Змінний характер графіків електроспоживання та енергетичного потенціалу ВДЕ, автономна система електропостачання вимагає додати пристрій для накопичення електричної енергії. На рисунку 1.1 [1] показана структурна схема такої системи.

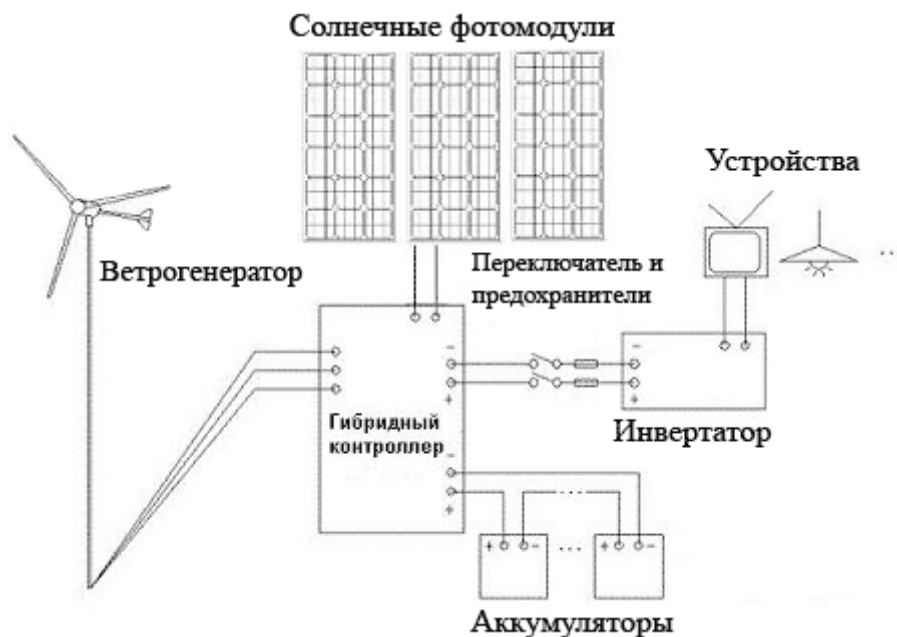


Рисунок 1.1 - Автономне електропостачання з використанням ВДЕ.

Дана схема живиться від акумуляторної батареї через автономний інвертор. Потужність накопичувача інвертора вибирається в залежності від пікової потужності навантаження. Середня потужність навантаження в конкретному часовому інтервалі, визначається позитивним енергетичним балансом накопичувача, коли його енергія, отримана від ВДЕ перевищує енергію споживання . [2]

В Україні розвинена система централізованого електропостачання та вона одночасно має істотну потребу в децентралізованих джерелах енергії.

Відокремлені мережі мають ряд незаперечних переваг, таких як:

- малі втрати через малі відстані споживачів від джерела електроенергії
- підвищення надійності електропостачання, через те, що відбувається збільшення кількості джерел електропостачання
- розвантаження існуючих ліній електропередач .

Одним з пріоритетних напрямків підвищення енергетичної ефективності систем електропостачання є розосереджене використання

відновлювальних джерел енергії і оптимізація режимів роботи основного енергетичного обладнання.

Системи децентралізованого електропостачання на базі ВДЕ в залежності від типу використовуваної енергії поділяють на такі групи:

- гідроелектростанції
- вітроелектричні установки;
- сонячні станції
- геотермальні станції
- теплові електростанції, які використовують енергію біомаси та викопне паливо.

Встановлена потужність об'єктів відновлювальної енергетики, що працюють за зеленим тарифом наведено на рисунку 1.2



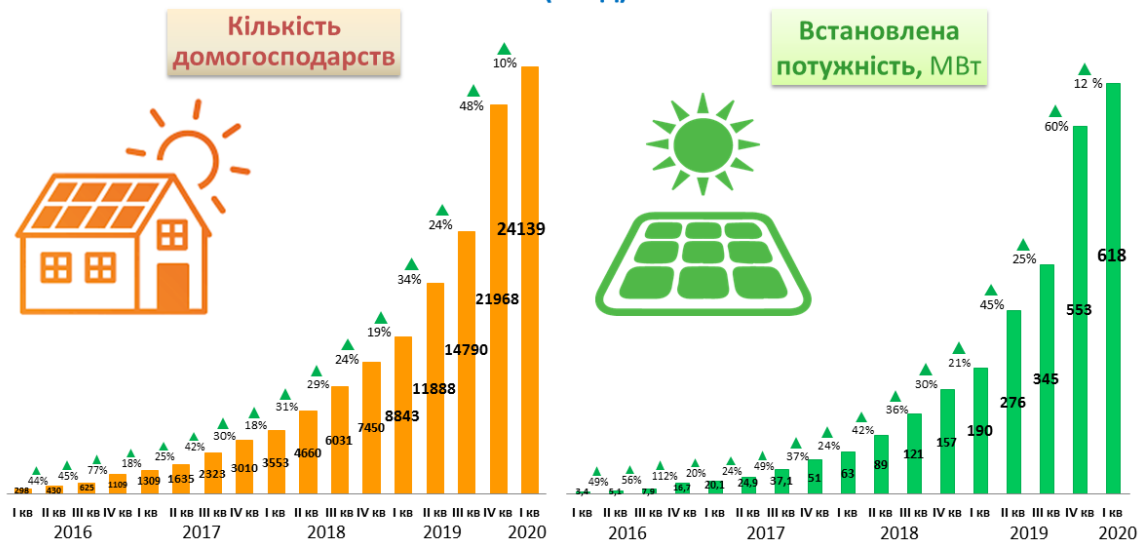
Рисунок 1.2 - Встановлена потужність об'єктів відновлювальної енергетики, що працюють за зеленим тарифом

Впровадження ВДЕ, крім зниження викидів у навколишнє середовище і зменшення забруднення відходами під час виробітку електричної енергії, знизить використання природних ресурсів та розвантажить і лінії електропередач. Однак відновлювальні джерела енергії мають і ряд недоліків. Оскільки системи електропостачання проектувалися централізованими, то побудова нових в них ВДЕ створює певні проблеми, які необхідно вирішувати. В першу чергу – це нестабільна генерація ВДЕ через залежність від метеорологічних умов. Через це потрібно вдосконалювати систем релейного захисту та автоматики з метою поєднання електропостачання від ВДЕ та основних підстанцій електричної системи. Вплив ВДЕ на режими розподільчих електромереж (РЕМ) дуже залежить від значення сумарного розосередженого генерування в ній, а також від дозволеної потужності окремого ВДЕ, а також їх типу. Від місця під'єднання в електричній мережі (це можуть бути шини нижчої напруги підстанцій або відгалуження ліній електропередачі) теж багато чого залежить, тому потрібно це враховувати.

Починаючи з 2015 року на встановлення сонячних електростанцій приватними домогосподарствами інвестовано близько 495 млн євро. Станом на 01.04.2020 року загальна потужність сонячних електростанцій приватних домогосподарств склала 618 МВт, з яких у I кварталі 2020 року було введено 65 МВт (+12%) [3].

На рисунку 1.3 показано динаміку встановлення сонячних електроустановок домогосподарств (СЕСд) в Україні [3].

Динаміка встановлення сонячних електроустановок домогосподарств (СЕСд)



Інвестовано близько **495 млн євро**

В Україні налічується **6,5 млн приватних домогосподарств**

Рисунок 1.3 - Динаміка встановлення сонячних електроустановок домогосподарств (СЕСд)

Якщо порівняти графіки генерації СЕС та ВЕС та споживання дозволяє говорити про низьку їх «стабільність» для повного забезпечення балансу потужностей в електричних мережах, все це представлено на рисунку 1.4 та рисунку 1.5

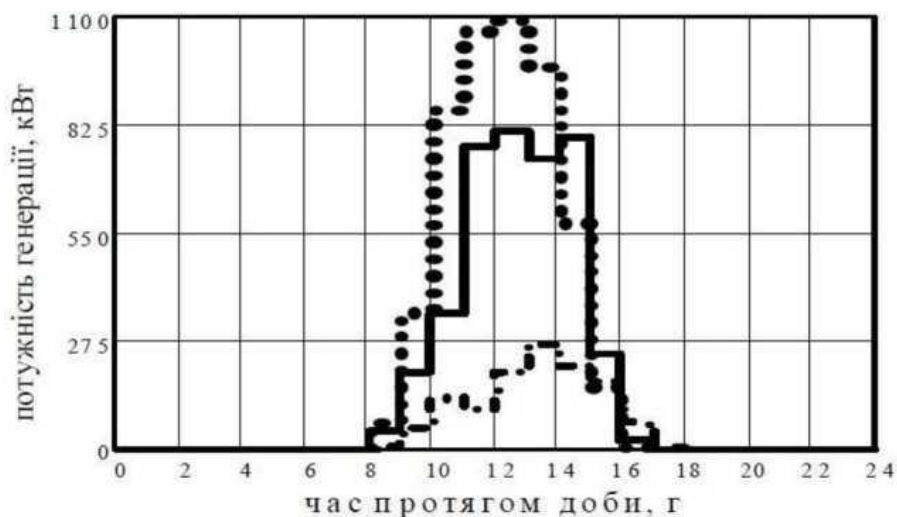


Рисунок 1.4 – Сезонний добовий графік роботи СЕС

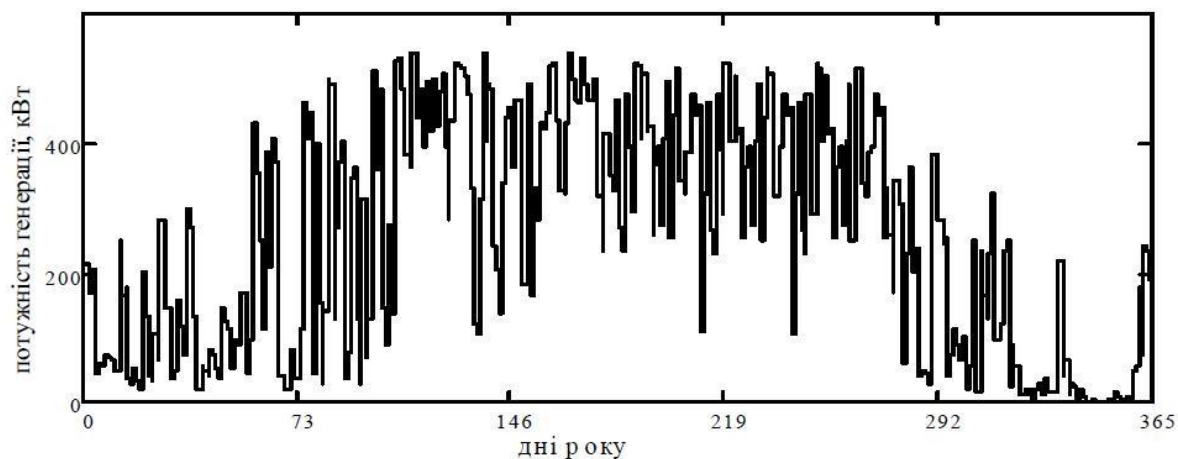


Рисунок 1.5 - Характер зміни усереднених значень генерації СЕС,

Якщо проаналізувати ситуацію то втрати електричної енергії в лініях електропередачі України складають 11,5-12,1 % від її відпуску в електричну мережу, що більше ніж в США (6,5 %), Англії (8,6 %), Франції (4,5 %) і навіть в Росії (8,7 %). Визнано, що розподільні мережі є найбільш проблемним і затратним фактором електропостачання територій. Важливим напрямком впливу на втрати електроенергії у розподільних мережах є ВДЕ. Очевидно, що на значення втрат в ЕМ впливають як параметри ВДЕ, так і схеми їх приєднання, а також обсяг та графік споживання суміжних навантажень. Дослідження та обґрунтування ефективного застосування ВДЕ в електричних мережах розглядається в низці робіт [4].

На рис. 1.6 показано розповсюджені схеми підключення відновлювальних джерел енергії в районних електричних мережах, вони досить сильно відрізняються за впливом на потоки потужностей та на втрати в мережі.

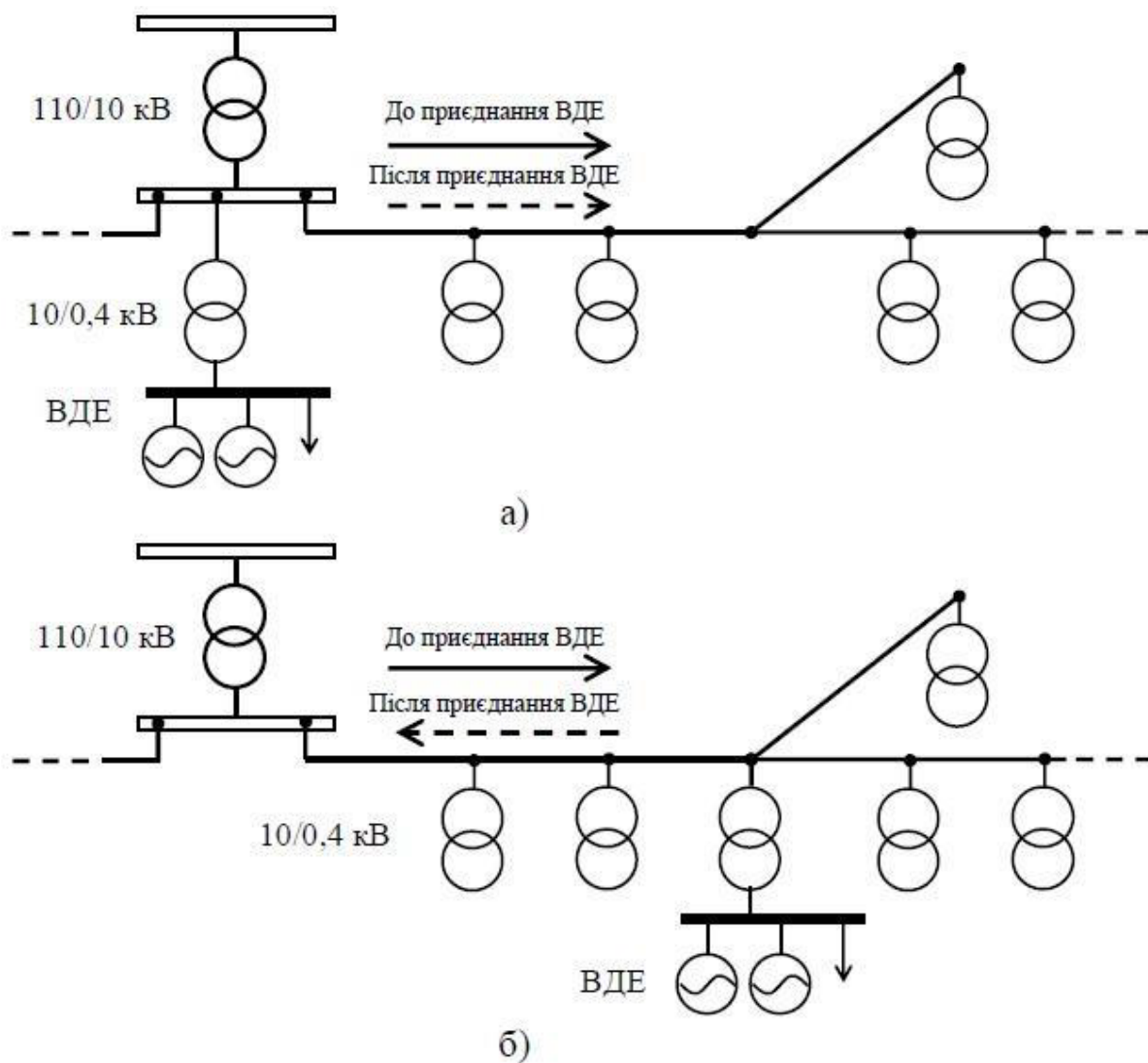


Рисунок 1.6 – Можливі варіанти приєднання електростанцій на ВДЕ в електричній мережі

На рис. 1.6а електростанції приєднані до шин підстанції. В такому варіанті підключення трансформатор розвантажується на потужність, яка виробляється електростанцією на відновлювальних джерелах, як результат - зменшуються втрати в трансформаторі. Але в ЛЕП втрати залишаються без змін. Якщо розглядати варіант, який представлений на рис. 1.6 б, то можна побачити, що розвантажуються і трансформатор підстанції, а також частина ліній електропередач, такий варіант підключення забезпечує додаткове зменшення втрат. Як ми розуміємо, коли зменшується потік потужності по лініям електропередач - зменшуються і втрати напруги, все це покращує

рівні напруги на різних ділянках ліній електропередач та на шинах підстанцій. Виходячи з типових схем приєднання ВДЕ до розподільних мереж, за певних потужностей генерування вони частково компенсують потоки потужності, що зумовлені навантаженням споживачів, і надходження електроенергії з боку системи зменшується. Разом з цим зменшуються втрати електроенергії в розподільних мережах [5].

1.2 Огляд та аналіз систем контролю та обліку електроенергії

Одна з головних проблем, що стоїть перед енергетикою України, є необхідність мати точний та достовірний комерційний облік електроенергії на оптовому та роздрібному ринках електроенергії. В Україні покращення ринку електричної енергії пов'язане з запровадженням ринку двосторонніх договорів, балансуючого ринку електроенергії (РДДБ) та на подальшому етапі – упровадження біржі електроенергії. Лібералізований ринок електроенергії може працювати лише за допомогою автоматизованої системи комерційного обліку та контролю генерації та споживання електроенергії в реальному часі.

Автоматизована система обліку та контролю електричної енергії (АСКОЕ) призначена для обліку споживання електроенергії, розрахунку параметрів електроспоживання, оперативного їх контролю, видачі рекомендацій для оперативного управління електроспоживанням в години максимуму навантажень енергосистеми.

АСКОЕ також призначена для забезпечення ефективного контролю за режимами електроспоживання, за потужністю та енергією, управлінням навантаження споживачів - регуляторів протягом доби, коротко - і довгострокового прогнозування режимів електричного споживання, формування статистичної звітності та інших задач, що стосуються

функціонування ЕПС [6].

Комерційний облік виробників з відновлювальних джерел енергії організовується в такий спосіб, щоб забезпечити роздільне визначення обсягів виробленої, спожитої на власні та господарські потреби та відпущеної електричної енергії в мережу кожним блоком та електростанцією в цілому [7].

Відповідно до пункту 4 5го розділу Кодексу комерційного обліку електричної енергії, вузли обліку електроенергії для виробників за зеленим тарифом необхідно встановлювати на:

- кожній окремій генеруючій установці;
- групі генеруючих установок у разі не встановлення на кожній з них окремих лічильників комерційного обліку;
- кожній установці виробника за “зеленим” тарифом, для якої застосовується окремий коефіцієнт “зеленого” тарифу;
- у кожній точці приєднання електроустановок власних потреб СЕС, які приєднані до зовнішніх електричних мереж і не мають з’єднання з технологічними електричними мережами СЕС [7].

Для комерційного обліку електроенергії виробників з відновлювальних джерел енергії (юридичних осіб) необхідно застосувати лічильники, оснащені модулем резервного живлення при зникненні напруги.

Для обліку приватних домогосподарств на території, яких встановлено генеруючі установки, необхідно застосовувати електронні інтервальні (тарифні) лічильники електричної енергії з функцією вимірювання реактивної складової електричної енергії, оснащені інтерфейсом RS-485 з влаштуванням автоматизованої системи збирання даних, яка забезпечує передачу даних обліку.

Для обліку електричної енергії виробників з відновлювальних джерел

енергії (юридичних осіб) необхідно застосовувати електронні (тарифні) лічильники електричної енергії, оснащені двома незалежними інтерфейсами RS-485 з влаштуванням автоматизованої системи збирання даних, яка забезпечує передачу даних обліку до виробника та енергетичної компанії якій електроенергія продається [7].

Мета реалізації автоматичної системи комерційного обліку - зниження загальних втрат електроенергії; дуже швидке зняття показань з обраних лічильників - усе це можливо виконати у віддаленій точці робочого місця, від точок обліку.

АСКОЕ дозволяє операторові швидко в реальному часі відстежити стан системи електропостачання в певній мірі та контролювати параметри мережі, аналізувати споживання електроенергії. Тепер відпадає необхідність кожного разу направляти до місць встановлення лічильників в ТП чи КТП контролерів для зняття показів з точок обліку. Уся необхідна для оператора інформація з КТП, ТП чи підстанцій вичитується на відстані за допомогою GSM-модемів чи інших пристроїв на сервер. Фахівці мають змогу в реальному часі проаналізувати споживання будь-якого споживача, можуть контролювати його ліміти чи не перевищує він ліміти на споживання електроенергії, встановлені відповідними договорами.

Система АСКОЕ складається з трьох рівнів:

- вимірювального нижнього рівня, який утворений з вимірювальних приладів;
- середнього рівня, комунікаційного середовища, з пристроїв збору й передачі даних (ПЗПД);
- верхнього рівня обробки даних та управління ,сервер АСКОЕ.

Типова структурна схема улаштування АСКОЕ показана на рисунку 1.7

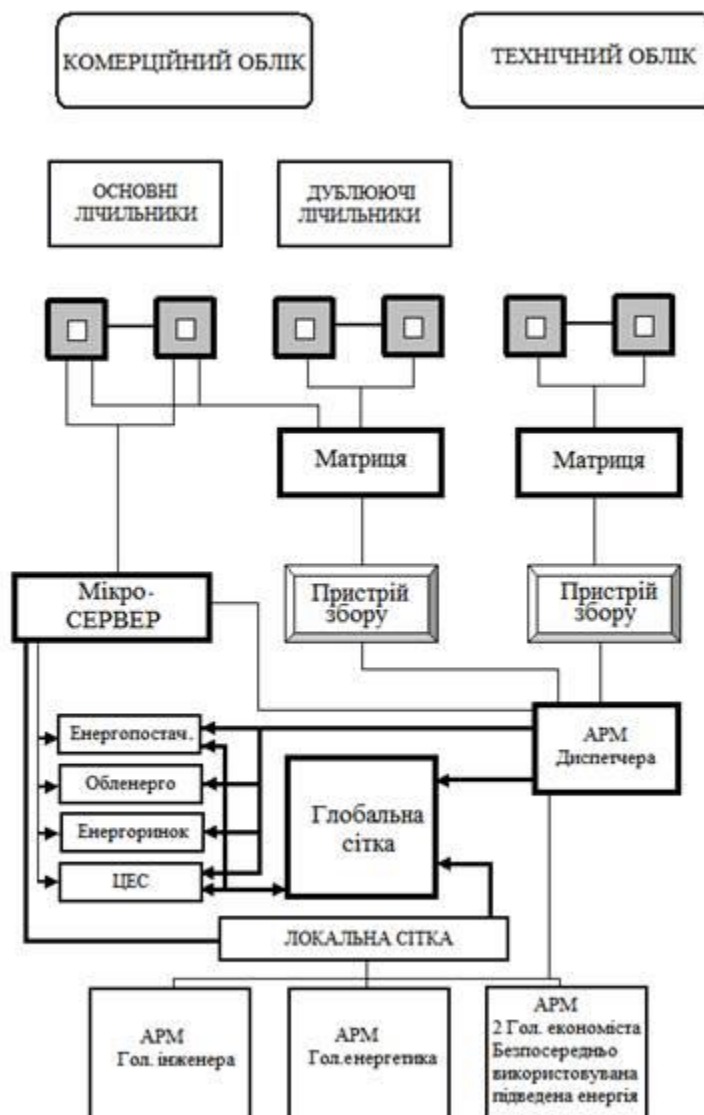


Рисунок 1.7 – Структурна схема АСКОЕ

Усі рівні автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії пов'язані каналами зв'язку. Процес вичитки та передачі даних з лічильників електричної енергії виконується за таким алгоритмом : на об'єкті, де встановлений ПЗПД кожного дня в заданий оператором час, збирається інформація з лічильників електроенергії про спожиту електроенергію та передається по каналам зв'язку на сервер АРМ.

Є можливість заносити дані з точок комерційного обліку, які ще не заведені в АСКОЕ – показники знімаються візуально черговими чи контролерами та передаються операторові , який вводить їх у базу даних в ручному режимі. Ці дані позначаються, що введені вручну. У разі ,якщо

лічильник заведуть до АСКОЕ можливо буде вчитати цей лічильник й отримати дані, які зберігаються в лічильнику, автоматично введені дані вручну будуть затерті та записані нові ,достовірні , дані безпосередньо з лічильника електричної енергії.

Далі інформація обробляється та формується у макети, які попередньо погоджені з оператором ринку, про споживання електричної енергії та надсилаються в автоматичному режимі. Також є можливість коригувати та відправляти дані макети в ручному режимі.

1.3 Постановка цілей та завдань

Задля досягнення мети магістерської роботи : підвищення достовірності контролю та обліку електроспоживання об'єктів з комбінованим електропостачанням , потрібно виконати ряд завдань :

- 1) проаналізувати нормативні документи з питань обліку та контролю електроспоживання;
- 2) проаналізувати можливі системи електропостачання виробничих об'єктів;
- 3) проаналізувати системи комерційного обліку електроенергії , доступні та сучасні методи їх реалізації ;
- 4) побудувати структурну схему системи контролю та обліку електроенергії об'єктів з комбінованим електропостачанням, яка буде задовольняти мету дослідження .

Виконуючи аналіз нормативних документів зі сфери обліку та контролю електроспоживання потрібно приділити увагу актуальності даних документів, оскільки в Україні змінилося законодавство у сфері енергетики і багато нормативних документів втратило чинність. Також потрібно враховувати національну стратегію з розвитку електроенергетики та

енергоефективності України.

При аналізі можливих систем електропостачання виробничих об'єктів варто приділити увагу які недоліки і які переваги мають ті чи інші схеми електропостачання. Виділити , які системи задовольняють стратегію розвитку енергоефективності України.

Виконуючи аналіз систем комерційного обліку потрібно звернути увагу на проблеми, які виникають в експлуатації систем, які розглядаються та дослідити шляхи та методи вирішення цих проблем.

Тільки після ретельного аналізу можливих систем електропостачання та систем комерційного обліку , визначення їх особливостей потрібно буде побудувати систему контролю та обліку електроенергії об'єктів з комбінованим електропостачанням, яка буде задовольняти мету дослідження.

Висновки:

1. Схеми з комбінованим електропостачанням виробничих об'єктів є найбільш прийнятними та енергоефективними на сьогоднішній день. Лібералізований ринок, який створює більш конкурентне середовище, створює підвищення енергоефективності, також в Україні спостерігається постійний розвиток і збільшення частки використання енергії з відновлювальних джерел. При цьому відбувається й підвищення надійності роботи енергосистем, а також, як результат, зменшення шкідливих викидів в атмосферу.

2. Постійне подорожчання електроенергії, а також значне збільшення обсягів її споживання змушує запроваджувати точний контроль обліку використання електроенергії, а також запровадження новітніх засобів обліку, що дозволяють більш точно вести облік та знижувати витрати на електроенергію.

3. Запровадження АСКОВЕ дозволяє набагато пришвидшити та спростити процедури розрахунку між споживачем електроенергії та

енергопостачальною компанією, зниження втрат електроенергії за рахунок підвищення точності комерційного обліку , достовірності вимірів та оперативності надходження вимірювальної інформації від лічильників електроенергії. АСКОЕ дозволяє розробити заходи для оптимізації використання електричної енергії , саме це закладено в національній політиці енергозбереження на державному рівні.

4 . Використання автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії дозволяє здійснювати точний і швидкий контроль за споживанням електроенергії, підвищуючи достовірність обліку і оптимізуючи витрати на енергоресурси.

5 . Об'єднання лічильників комерційного та технічного обліку в одну систему - дозволяє отримати поточний баланс електроспоживання підприємства , аналіз та оптимізацію споживання.

6 . Провівши аналіз необхідних матеріалів можна зробити висновок, що застосування системи комерційного обліку дає як побутовим споживачам так і непобутовим можливість економії власних коштів. Необхідно відмітити, що з кожним роком спостерігається позитивне збільшення обсягів генерації електроенергії з відновлювальних джерел енергії, де застосовуються новітні системи контролю електроенергії, збільшується кількість населення, яке активно використовує новітні технології у сфері енергоефективності.

2 ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

2.1 Огляд та аналіз нормативних документів з питань обліку та контролю електроспоживання

При вирішенні завдань з організації та ведення обліку та контролю електроспоживання потрібно проаналізувати нормативні документи, які діють на території України та встановлюють певні правила та обмеження. 01.07.2019 Закон України «Про електроенергетику» втратив чинність та набув Закон України «Про ринок електричної енергії». Цей Закон визначає правові, економічні та організаційні засади функціонування ринку електричної енергії, регулює відносини, пов'язані з виробництвом, передачею, розподілом, купівлею-продажем, постачанням електричної енергії для забезпечення надійного та безпечного постачання електричної енергії споживачам з урахуванням інтересів споживачів, розвитку ринкових відносин, мінімізації витрат на постачання електричної енергії та мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище. Основні умови діяльності учасників ринку електричної енергії та взаємовідносин між ними визначаються нормативно-правовими актами, що регулюють впровадження цього Закону, зокрема:

- 1) правилами ринку, які, в тому числі, визначають правила функціонування балансуючого ринку та ринку допоміжних послуг;
- 2) правилами ринку "на добу наперед" та внутрішньодобового ринку;
- 3) кодексом системи передачі, кодексом систем розподілу;
- 4) кодексом комерційного обліку;
- 5) правилами роздрібного ринку;

6) іншими нормативно-правовими актами [8].

Основну увагу варто приділити Кодексу комерційного обліку електричної енергії. Саме цей кодекс встановлює правила організації комерційного обліку електричної енергії. В ньому чітко зазначені всі права та обов'язки учасників ринку, постачальників послуг комерційного обліку та адміністратора комерційного обліку щодо забезпечення комерційного обліку електричної енергії. Також визначений порядок реєстрації точок комерційного обліку та АСКОЕ, а також і порядок реєстрації постачальників послуг комерційного обліку.

Розглянемо основні функції, які виконуються учасниками ринку електричної енергії при забезпеченні комерційного обліку електричної енергії, та пов'язані з ними процеси вказані в цьому пункті, таблиця 2.1

Постачальники послуг комерційного обліку ППКО зобов'язані:

1) зареєструватися в АКО як ППКО із зазначенням функціональної ролі та доменів обліку;

2) за наявності АС ППКО зареєструвати її в АКО та укласти з АКО договір про інформаційну взаємодію на ринку електричної енергії;

3) укладати договори про надання послуг комерційного обліку та про інформаційну взаємодію в передбачених цим Кодексом випадках та в межах своєї відповідальності;

4) контролювати та підтримувати технічний стан ЗКО в ТКО відповідно до договорів, укладених з учасниками ринку;

5) формувати та передавати АКО та іншим ППКО електронні документи з даними щодо переліку та параметрів ТКО, для яких вони надають послуги комерційного обліку.

Таблиця 2.1 - Функції учасників ринку електричної енергії

Учасник	Функція (роль)	Основні процеси ¹
споживач, виробник, оператор мережі	сторона, відповідальна за ТКО (ВТКО)	організація улаштування ВОЕ в ТКО, його технічного обслуговування та ремонту; організація передачі даних комерційного обліку в АКО власноруч або із залученням зареєстрованого ППКО
споживач, виробник, оператор суміжної електричної мережі	сторона, приєднана до мережі (СПМ)	надання власних ідентифікаційних даних; вибір сторони, відповідальної за організацію комерційного обліку; контроль відповідності даних комерційного обліку, що надано ППКО до Датахаб, показам ЗВТ, що пов'язані з ТКО; підтвердження даних процедури зміни постачальника; надання доступу до даних комерційного обліку своєї ТКО
оператор мережі	оператор (електричної) мережі (ОМ)	надання доступу до електричної мережі через ТКО з метою споживання або виробництва електричної енергії, участь у процесі організації та перевірки ТКО, пов'язаних з ними ЗВТ; виконання функцій ППКО для ТКО, приєднаних до його мережі, у разі анулювання реєстрації діючого ППКО
постачальники послуг комерційного обліку електричної енергії (ППКО)	оператор засобів комерційного обліку (ОЗКО)	встановлення, налаштування (у т. ч. програмування та параметризація), заміна, розвиток, введення та виведення з експлуатації, а також технічна підтримка та обслуговування ЗКО, їх програмного та апаратного забезпечення
	адміністратор засобів комерційного обліку (АЗКО)	адміністрування детальної бази даних з інформацією про ВОЕ, що встановлені для ТКО
	адміністратор точок комерційного обліку (АТКО)	адміністрування ТКО в Датахаб, пов'язаних з ними ЗКО, областей комерційного обліку та сторін
	оператор зчитування даних з лічильників (ОЗД)	зчитування результатів вимірювань (первинних даних комерційного обліку) та даних про стан ЗВТ, контроль якості зчитування, формування первинних даних комерційного обліку та їх передача до ОДКО
	оператор даних комерційного обліку (ОДКО)	отримання даних від ОЗД; формування, обробка, перевірка, валідація, зберігання, архівування та передача до АКО даних, отриманих від ОЗД, та валідованих даних комерційного обліку
електропостачаль ник	сторона, відповідальна за баланс	передача ідентифікаційних даних СПМ; передача інформації щодо зміни ППКО для ТКО; отримання даних комерційного обліку по ТКО за згодою СПМ

Продовження таблиці 2.1

Учасник	Функція (роль)	Основні процеси ¹
адміністратор комерційного обліку (АКО)	агрегатор даних комерційного обліку	отримання та обробка даних щодо ТКО та пов'язаних з ними елементів (ППКО, області комерційного обліку, споживачі, електропостачальники тощо); надання інформації про ТКО заінтересованим сторонам; перевірка, упорядкування, профілювання сертифікація та агрегація валідованих даних комерційного обліку, отриманих від ОДКО; надання сертифікованих даних комерційного обліку до адміністратора розрахунків та всіх заінтересованих сторін; експлуатація та технічне обслуговування центральної автоматизованої системи даних комерційного обліку Датахаб, до якої мають авторизований доступ учасники ринку електричної енергії та споживачі
	адміністратор Кодексу	адміністрування і забезпечення публікації цього Кодексу; випуск посібника із застосування цього Кодексу та його тлумачення; публікація звіту про комерційний облік; надання пропозицій щодо перегляду та внесення змін до цього Кодексу; узагальнення пропозицій від ППКО або учасників ринку щодо внесення змін до цього Кодексу

6) формувати та передавати АКО, а також іншим учасникам ринку та ППКО електронні документи з даними комерційного обліку згідно з цим Кодексом, Правилами ринку та Правилами роздрібного ринку;

7) забезпечити можливість для АКО або його уповноважених представників виконувати перевірки їх діяльності;

8) дотримуватись вимог цього Кодексу та інших нормативно-правових актів і нормативних документів, що регламентують функціонування ринку електричної енергії;

9) ППКО, які зареєстровані в АКО за спрощеною процедурою, на виконання функціональної ролі ОЗД мають укласти договір інформаційної

взаємодії з ППКО або оператором системи, що виконує функціональну роль ОДКО у відповідній області обліку;

10) надавати АКО інформацію та пояснення, а також за дорученням АКО здійснювати заходи щодо вирішення суперечок з питань комерційного обліку електричної енергії;

11) забезпечити надання послуг комерційного обліку електричної енергії замовникам у терміни, передбачені цим Кодексом або договором;

12) отримувати оплату виключно за фактично виконані роботи та надані послуги комерційного обліку відповідно до укладеного договору.

ППКО мають право:

1) отримувати обґрунтовану плату від учасників ринку за надання послуг згідно з умовами укладених договорів;

2) перевіряти на відповідність вимогам цього Кодексу ЗКО в ТКО, для яких вони надають послуги комерційного обліку;

3) надавати рекомендації ВТКО щодо приведення вузлів обліку у відповідність до вимог цього Кодексу самостійно або із залученням ППКО;

4) пломбувати вузли обліку;

5) мати регламентований доступ у межах відповідальності до вузлів обліку, зокрема до тих, що встановлені на електроустановках операторів системи та виробників, у погоджений з ВТКО та СПМ час для проведення періодичних та позачергових перевірок їх технічного стану та зчитування даних комерційного обліку;

6) відмовляти ВТКО в наданні послуг комерційного обліку:

якщо ВТКО не приводить вузол обліку у відповідність до вимог цього Кодексу у встановлені терміни;

у разі відмови ВТКО в допуску до вузла обліку;

у разі несплати за надані послуги комерційного обліку відповідно до умов договору [7].

Побудова вузлів комерційного обліку електричної енергії необхідно здійснювати відповідно до Кодексу комерційного обліку, Правил улаштування електроустановок, та правил роздрібного ринку електричної енергії. Можна виділити основні вимоги до цього :

- 1) Місце розташування лічильників має бути захищене від сторонніх осіб чи тварин;
- 2) Власник електроустановки має переважне право на монтаж лічильника на його території;
- 3) Місце розташування має бути таким, щоб був доступ для перевірки та візуального зчитування показників;
- 4) Лічильники потрібно розміщувати на комерційній межі учасників ринку

В таблиці 2.2 наведено рівні напруги , які характеризують ТКО

Таблиця 2.2 – Рівні напруги, які характеризують ТКО

Рівень напруги	Напруга (U_n)
4 (надвисока напруга)	$U_n > 154 \text{ кВ}$
3 (висока напруга)	$35 \text{ кВ} \leq U_n \leq 154 \text{ кВ}$
2 (середня напруга)	$1 \text{ кВ} < U_n < 35 \text{ кВ}$
1 (низька напруга)	$U_n \leq 1 \text{ кВ}$

Лічильники мають забезпечувати вимірювання, величин, які зазначено в таблиці 2.3 , відповідно рівнів напруги.

Таблиця 2.3 – Вимірювальні величини в залежності від рівня напруги

Рівень напруги	Величини, що вимірюються							
	Активна енергія		Реактивна енергія		Активна потужність		Реактивна потужність	
	прийом	віддача	прийом	віддача	прийом	віддача	прийом	віддача
3 – 4	так	так	так	так	так	так	ні (так*)	ні (так*)
2	так	ні (так*)	ні (так*)	ні (так*)	ні (так*)	ні (так*)	ні (так*)	ні (так*)
1	так	ні (так*)	ні (так*)	ні (так*)	ні	ні	ні	ні

В таблиці 2.4 визначено мінімальні вимоги до точності та функціональності ЗВТ

Таблиця 2.4 – Мінімальні вимоги до ЗВТ

Рівень напруги*	Призначена потужність S(повна)/P(активна)	Наявність функції інтервального обліку та дистанційного зчитування	Наявність зовнішнього джерела резервного живлення для лічильника	Клас точності			
				лічильники		вимірювальні трансформатори	
				активна енергія	реактивна енергія	ТС	ТН
4	понад 63МВА/50МВт	так	так	0,2S	2	0,2S	0,2
	до 63МВА/50МВт	так	так	C(0,5S)	2	0,2S	0,2
3	понад 63МВА/50МВт	так	так	0,2S	2	0,2S	0,2
	до 63МВА/50МВт	так	так	C(0,5S)	2	0,2S	0,2
2	понад 1МВА(1МВт)	так	так	C(0,5S)	2	0,5S	0,5
	від 160кВА(150кВт) до 1МВА(1МВт)	так	ні	B(1,0)	2	0,5S	0,5
	до 160кВА(150кВт)	так	ні	B(1,0)	2	0,5S	0,5
1	понад 160кВА(150кВт)	так**	ні	B(1,0)	2	0,5S	0,5
	до 160кВА(150кВт)	ні/так**	ні	A(2,0)	3	0,5S	0,5

При новому будівництві чи реконструкції потрібно враховувати да дотримуватися правил улаштування електроустановок , які забезпечують надійність та безпеку роботи електроустановок. Зокрема приділити увагу розділу «Автоматизація обліку електричної енергії», який визначає , що автоматизація обліку електроенергії повинна здійснюватися з використанням автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії АСКОВЕ (Локальне устаткування для збору та обробки даних ЛУЗОД), в залежності від того, на якому рівні потрібно автоматизація.

Робочий проект на проектування систем АСКОВЕ (ЛУЗОВ) повинен виконуватися відповідно до технічного завдання, розробленого відповідно до технічних умов енергопостачальних організації і встановлених технічних рекомендацій.

Дані про технічні рекомендації включають:

- протокол передачі інформації;
- параметри каналів зв'язку, які будуть використовуватися в системі АСКОВЕ (ЛУЗОВ);
- параметри синхронізації з часом роботи засобів вимірювань;
- алгоритм проведення комерційних розрахунків на обладнанні АСКОВЕ (ЛУЗОВ).
- місця установки електролічильників;
- місця установки обладнання зв'язку для збору даних та обробки електроенергії;
- програмно-апаратна зв'язок (інтерфейс) між лічильниками;
- правила і умови обміну даними з пристроїв збору та обробки інформації;
- перелік даних, які необхідно передати до енергопостачальних організації, до мереж якої підключені електроустановки [9].

2.2 Принципи побудови системи контролю електроспоживання об'єктів з комбінованим електропостачанням

Перехід України на лібералізований ринок електроенергії створює, вимоги до надійності, точності та ефективності обліку електроенергії.

Виконати такі вимоги можливо лише за рахунок створення АСКОЕ. У якості основного базису побудови АСКОЕ потрібно використовувати стандарти ІЕК61970, ІЕК 61968, ІЕК 61870-6.

В основі створених систем АСКОЕ лежать наступні основні принципи:

1) Вихідною інформацією для системи є дані, отримані з лічильників витрати на електроенергію (рівень підстанцій і станцій);

2) Збір, обробка, зберігання і відображення, видача інформації про електроенергію і потужність на об'єктах забезпечується за допомогою спеціалізованих інформаційних та вимірювальних систем або пристроїв збору і передача даних (ПЗПД);

3) Систему збору і передачі інформації АСКОЕ використовує по можливості.

встановлені системи зв'язку;

4) Інформація про електроенергію і потужності, що генерується енергетичними об'єктами в АСКОЕ, прив'язана до астрономічного часу або синхронізована всередині енергооб'єкта;

5) Система використовується як для комерційного розрахунку, так і технічного обліку, з тих самих комплексів технічних засобів.

Використання в складі персональних комп'ютерів АСКОЕ зі спеціалізованим програмним забезпеченням дає цим системам додаткову гнучкість. Крім вирішуючи основну задачу забезпечення функціонування АСКОЕ, ці комп'ютери можуть надати ряд додатків для оцінки стану енергосистеми і надійність вимірювань, таких як виявлення втрати енергії і місцезнаходження цих втрат.

Також можна виділити наступні основні принципи побудови сучасних АСКОЕ :

1. Вимірювання на базі цифрових методів обробки процесів.

2. Цифрові інтерфейси передачі вимірних параметрів.
3. Глибоке архівування основних вимірів в лічильнику.
4. Контроль достовірності і повноти даних на всіх рівнях системи.
5. Діагностика працездатності системи.
6. Резервування каналів зв'язку.
7. Паралельна синхронно-асинхронна обробка даних.
8. Ієрархічна побудова системи.
9. Можливість розподіленої обробки даних.
10. Захист інформації на всіх системних рівнях.
11. Використання перевірених і стандартних компонентів системи та інструментальних засобів.
12. Паралельний збір даних.
13. Масштабованість і можливість розширення.
14. Управління коефіцієнтом готовності системи на етапі проектування.

Система будується з типових апробованих підсистем, що об'єднуються в необхідну спроектовану структуру.

Впровадження АСКОВ дозволяє:

1. Оперативно контролювати та аналізувати режим споживання електроенергії та параметри електричної мережі;
 2. Здійснювати оптимальне управління навантаженням споживачів;
 3. Збирати і передавати інформацію на вищий рівень управління і формувати
- на цій основі дані про комерційні розрахунки між постачальниками і

споживачами електроенергії;

4. Автоматизувати фінансово-банківські операції та розрахунки зі споживачами.

При побудові системи потрібно в першу чергу обрати лічильники електричної енергії, вони повинні забезпечувати певні вимоги :

- 1) мають забезпечувати вимірювання активної, реактивної енергії;
- 2) лічильники електричної енергії повинні забезпечувати періоди інтеграції величин, що вимірюються за 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60 хвилин;
- 3) лічильники електричної енергії повинні забезпечувати збереження інформації при втраті живлення не менше 40 діб;
- 4) лічильники електричної енергії повинні мати можливість зовнішньої синхронізації ходу внутрішніх годин;
- 5) лічильники електричної енергії повинні мати можливість підключення резервного живлення;
- 6) лічильники електричної енергії повинні зберігати в енергозалежній пам'яті інформацію як про всі випадки доступу до режиму параметризації, так і про нештатні ситуації;
- 7) база даних лічильника електричної енергії повинна формуватися з обов'язковою прив'язкою величин, що вимірюються до відповідної позначки часу;
- 8) лічильники електричної енергії повинні забезпечувати зберігання графіка навантаження за останні десять діб;
- 9) похибка ходу годинника лічильник електричної енергії повинна бути не гірше 5 секунд за добу;

Також при побудові системи потрібно задовольняти вимоги до приладів обліку :

1) « Прилад обліку повинен забезпечувати введення даних від ЛЧ у вигляді імпульсів і/або даних.

2) Вихідні дані прилад обліку повинні бути забезпечені: відповідною міткою часу і ознакою, що визначає їх якість.

3) Прилад обліку повинен мати вбудований таймер і забезпечувати облік енергії і потужності відповідно до заданих періодів інтеграції. Періоди інтеграції повинні вибиратися користувачем з ряду: 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60 хвилин. Дані повинні оброблятися за наступні облікові періоди: півгодини/година, доба для оптового енергоринку; для роздрібного енергоринку - відповідно до діючих тарифів.

4) По кожній точці обліку прилад обліку, при необхідності, повинні обчислюватися і бути доступними в поточний момент часу наступні параметри (для активної і реактивної складових):

- усереднена потужність, відповідно до заданого періоду інтеграції;
- графік навантаження, відповідно до заданого періоду інтеграції за останні десять діб;
- енергія і потужність за поточні і минулі облікові періоди;
- енергія і потужність по тарифних зонах за поточні і минулі облікові періоди;
- енергія, що відповідає показам лічильників.

5) Мінімальна глибина зберігання даних прилад обліку повинна охоплювати значення за поточний і попередній обліковий період.

6) Прилад обліку повинен забезпечувати індикацію необхідних параметрів

і параметризації в ручному режимі зі своєї клавіатури.

7) Конструкція і алгоритм функціонування ПО повинні забезпечувати захист від несанкціонованого впливу на результати вимірювань.

8) Події, пов'язані з нештатними змінами зовнішнього і внутрішнього середовища прилад обліку, повинні бути ідентифіковані і збережені в прилад обліку» [10].

Для збереження, обробки та доступу до інформації потрібно створювати АСКОЕ на основі об'єктних систем управління базами даних реального часу, запроваджених на роботі з СІМ-моделями та XML-форматом їх відображення.

Варто зазначити, що поки не встановлені прилади обліку, а також при їх поломці розрахунок за електроенергію здійснюються із застосуванням установлених відповідно до законодавства розрахункових способів визначення спожитого кількості електричної енергії [7].

2.3 Аналіз та вибір методів прогнозування електроспоживання

В умовах лібералізації ринку електроенергії все більше уваги приділяється питанню прогнозування електричних навантажень систем енергоспоживання. Ефективне управління використанням електроенергії зумовлене комплексним рішенням фундаментальних питань: розробка та впровадження ефективної нормативної бази управління електроенергією; розробка і впровадження прогресивної системи тарифів на електроенергію,

яка буде стимулювати створення і використання маневрових електричних навантажень у споживачів (споживачів-регуляторів електроенергії); створення моделей, методів і програмного забезпечення для управління режимами електричних мереж промислових підприємств, електричної навантаженням споживачів і їх електроспоживання балансується.

У загальному випадку можна поділити на такі типи прогнозів [11–15]:

- короткостроковий прогноз, який використовується для прогнозування добового споживання електроенергії і погодинного визначення навантажень з тижневим ухилом;
- місячний прогноз, який використовується для добового споживання електроенергії до кінця поточного місяця;
- погодинний прогноз, який використовується для прогнозування електричного навантаження на термін до однієї години;
- оперативний прогноз, який використовується для прогнозування погодинної електричного навантаження протягом доби;
- середньостроковий прогноз, який використовується для вивчення прогнозів місячного споживання електроенергії, тижневих і місячних екстремумів (максимумів і мінімумів) електричних навантажень на період 1-12 місяців;
- довгостроковий прогноз, який використовується для прогнозування на строк від 1 до 5 років;

Розглянемо оперативний прогноз, в якому часто використовується метод довідкового графіка, який приймає середні за певний період часу значення споживання електроенергії в якості типового графіка. Сьогодні для оперативного прогнозування практично завжди використовуються однофакторні моделі[11–15] . Серед методів прогнозування потрібно в першу чергу виділити 3 групи :

- ймовірнісний;
- детермінований ;
- комбінований ймовірнісно-детермінований [18].

Ймовірнісні моделі набули найбільшого поширення у прогнозуванні енергоспоживання. Популярність моделі даного типу обумовлена високим ступенем правильності прогнозування процесів в електроенергетиці.

У загальному випадку найбільш повною характеристикою сигналу як випадкового процесу є n -мірна щільність ймовірності

$\varphi (P_1, P_2, \dots, P_n)$, яка під час інтегрування по $\partial P_1, \partial P_2, \dots, \partial P_n$ дає ймовірність того, що випадковий процес пройде в інтервалах

$$(P_1 - \Delta P_1/2 ; P_2 - \Delta P_2/2, \dots, P_n - \Delta P_n/2; P_n + \Delta P_n/2)$$

$$\varepsilon = \int_{P_1 - \frac{\Delta P_1}{2}}^{P_1 + \frac{\Delta P_1}{2}} \int_{P_2 - \frac{\Delta P_2}{2}}^{P_2 + \frac{\Delta P_2}{2}} \dots \int_{P_n - \frac{\Delta P_n}{2}}^{P_n + \frac{\Delta P_n}{2}} \varphi (P_1, P_2, \dots, P_n) dP_1 dP_2, \dots, P_n, \quad (2.1)$$

Де, P_1, P_2, \dots, P_n - потужність навантаження $P(t)$ в момент часу

Використання багатовимірних щільності ймовірностей досить складне, як і їх визначення.

Для нестационарних випадкових процесів, n -мірна щільність розподілу є періодичною функцією часу для кожного аргументу:

$$\varphi (P_1, P_2, \dots, P_n) = \varphi (P(t_1 + T), P(t_2 + T), \dots, P(t_n + T))$$

де T - період повторення тренда;

$$P_i = P(t_i), i = -pn ; M$$

Математичне сподівання і автокореляційна функція цього процесу

також періодичні:

$$M[P(t)] = M[P(t+T)] = pc(t); R(t) = R(t+T). \quad (2.2)$$

Часткові реалізації процесу $P_j(t)$, $j = 1, N$ можуть бути досліджені як за властивостями окремих реалізацій $P_j(t)$ (вивчення процесу «по ходу»), так і за властивостями одиночної послідовності $P_j(t_k)$, але для всіх реалізацій (вивчення процесу «поперек»). У першому випадку $P_j(t)$ значення j є фіксованим цілим числом, і дослідження графіка виконується на тимчасовому інтервалі T $[0, T]$, в іншому випадку фіксований час t_k і еталонне поведінку $P_j(t_k)$ досліджується для всієї множини реалізацій $j=1, N$ графіків. Особливий інтерес представляють процеси, що відносяться до класу нестационарних випадкових процесів, вибіркові реалізації, яких мають загальну детерміновану тенденцію. Для процесів цього типу показано, що також можливо визначення статистичних характеристик деяких реалізацій [35,39]:

$$Pc = M[P(t)] = \int P(t) dt \approx T \int_0^1 P(t) dt; \quad (2.3)$$

$$k_{ij} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T [P_i(t) P_j(t + t_{ij})]^2 dt - P_{ci} P_{cj} \approx$$

$$\approx \frac{1}{T} \int_0^T [P_i(t) P_j(t + T_{ij})]^2 dt - P_{ci} P_{cj};$$

$$R_{ij}(\tau) \approx \frac{1}{T-\tau} \int_0^{T-\tau} P_i(t) P_j(t + \tau) dt - P_{ci} P_{cj};$$

$$S(\omega) \approx \frac{2}{T} \int_0^T R(t) \cos(\omega t) dt. \quad ; \quad (2.4)$$

Графіки випадкової нестационарної навантаження часто мають функції, що спрощують їх аналіз та моделювання. До таких особливостей відносяться повторюваність технологічних або добових циклів, а також циклів,

викликаних сезонними змінами.

Результати вимірювань таких графіків навантаження або часових рядів енергоспоживання можуть бути представлені нестационарним випадковим процесом, все реалізації якого мають загальний майже періодичний детермінований тренд. Опис таких процесів не завжди вимагає усереднення по ансамблю реалізацій, і багато важливих властивості можна оцінити за допомогою однієї реалізації.

Основою статистичних прогнозних математичних моделей електричних навантажень енергоспоживаючих систем є різні моделі часових рядів: модель змінного середнього і зваженого ковзного середнього, модель експоненціального згладжування Брауна, модель авторегресії, комбінована модель авторегресії змінного середнього, комбінована модель авторегресія інтегрованого ковзання та інших переміщень. Класифікація основних статистичних прогнозних математичних моделей представлена на рисунку 2.1.

Статистичні моделі, в залежності від обліку вхідних параметрів зовнішніх факторів, що впливають, діляться на: однофакторні і багатофакторні. У першому типі моделей облік зовнішніх факторів не здійснюється, і будується замкнута динамічна модель вихідної величини. У другому типі - динамічна модель має один або кілька зовнішніх факторів, що впливають. Якщо модель часових рядів багатофакторна, то цей факт можна позначити буквою «X» в аббревіатурі її назви (ARX-модель, ARMAX-модель і т. Д.) багатофакторний. У першому типі моделей облік зовнішніх факторів не здійснюється, і будується замкнута динамічна модель вихідної величини. У другому типі - динамічна модель має один або кілька зовнішніх факторів, що впливають. Якщо модель часових рядів багатофакторна, то цей факт можна позначити буквою «X» в аббревіатурі її назви (ARX-модель, ARMAX-модель і т. Д.).

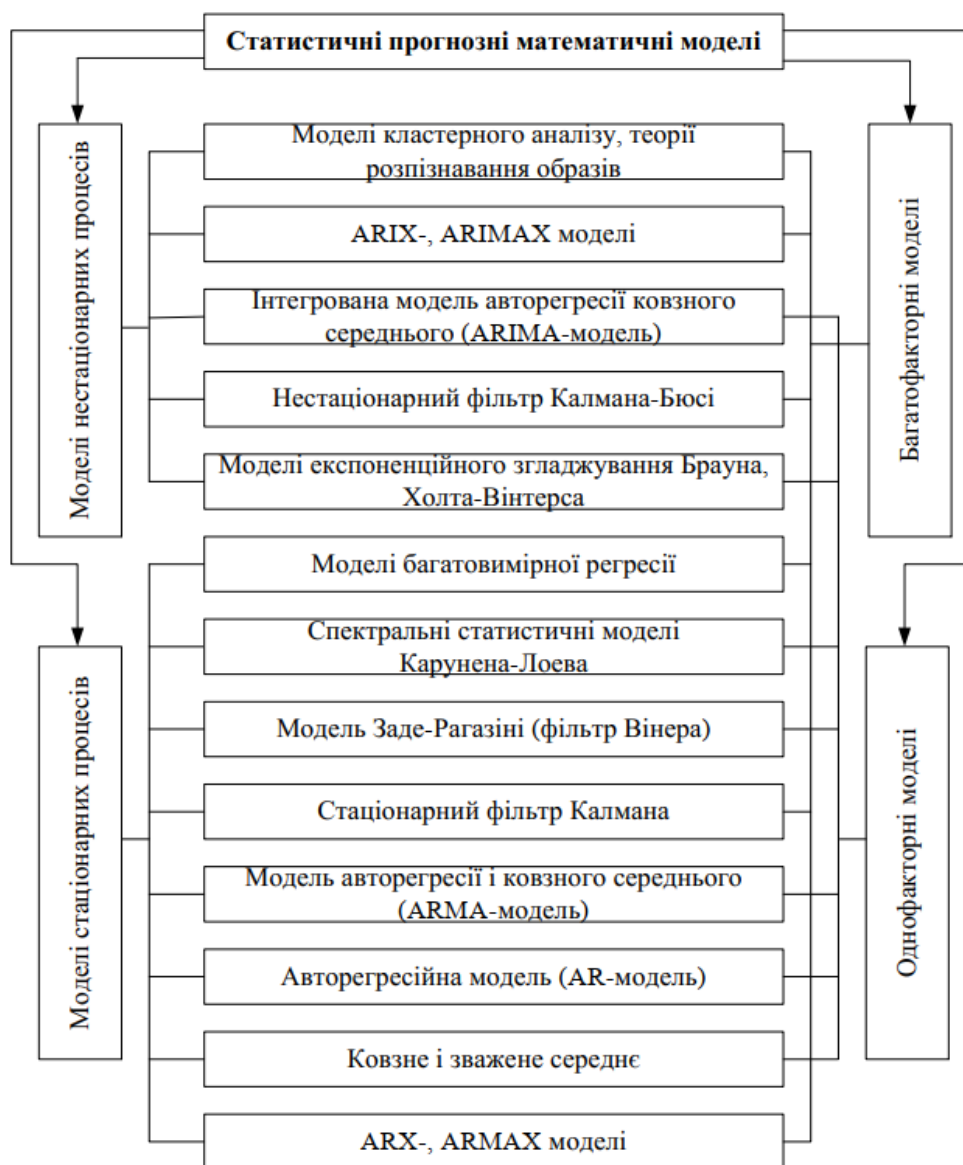


Рисунок 2.1 – Класифікація основних статистичних прогностичних математичних моделей електричних навантажень систем електроспоживання.

На додаток до моделей часових рядів, статистичне прогнозування використовує моделі, засновані на: фільтрах Калмана і Вінера (модель Заде - Рагазіні); спектральні ортогональні розкладання, включаючи Карунена - Лоева; канонічна декомпозиція випадкового процесу; багатовимірна регресія; теорії кластерного аналізу; теорія розпізнавання образів. Всі ці статистичні моделі можуть використовуватися під час моделювання окремо, але частіше за все як частина комбінованих ймовірно-визначених моделей [18, 21, 31,

40, 43, 44, 45, 46].

Методи статистичної обробки інформації мають добре розвинені і вивчені класичні методи, а саме регресійний, кореляційний аналіз і так далі. Незважаючи на незаперечну цінність такого роду досліджень, у багатьох випадках від них доводиться відмовлятися. На жаль, людина, що не має освіти в області статистики, стикається з труднощами як при виборі того чи іншого методу аналізу, так і при інтерпретації результату.

В останні роки з'явилася тенденція критично ставитися до обробки статистичної інформації. Особливо в разі, коли немає можливості отримати репрезентативні вибірки для побудови математичних моделей, статистичних характеристик процесів і перевірки їх адекватності. Крім того, статистична теорія використовує операції усереднення в багатьох реалізаціях, що в багатьох випадках призводить до погіршення математичної моделі, особливо в невеликих і нестационарних вибірках [47, 48, 49].

В електроенергетиці є приклади, коли імовірнісні моделі використовуються без належного обґрунтування, тобто коли немає можливості отримати репрезентативні вибірки для побудови математичних моделей і перевірки їх адекватності [50, 51].

У цих випадках ефективно використовувати алгебраїчний, детермінований, а не статистичний підхід до вирішення проблеми прогнозування електричних навантажень. Основні відмінності алгебраїчного підходу від статистичного полягають в наступному: на виході з поточної моделі.

Більшість детермінованих прогнозних моделей процесів (поліноміальна модель, кінцевий гармонійний ряд Фур'є, алгебраїчні регресії, спектральні розкладання і т. Д.) Можуть бути представлені загальною моделлю:

$$P_c = F(\varphi, S_j) + \theta j, \quad ; \quad (2.5)$$

де φ - вектор параметрів детермінованою моделі;

$$S_j = [Z_j^T, \dots, Z_{j-l_1}^T, \dots, P_{j-1}^T, \dots, P_{j-l_2}^T]^2, \quad (2.6)$$

комбінований вектор вхідних впливових факторів Z_j в поточний і ряд попередніх моментів часу, а також, можливо, початкове значення P_j в попередні моменти часу; θ_j - вектор помилки моделі; $F(\dots)$ - це функція або векторна функція, яка визначає детерміновану модель прогнозування. Завдання ідентифікації (2.7) ставиться в алгебраїчному випадку наступним чином: для визначення найкращої за деяким критерієм якості $I(\varphi)$ оцінка φ параметрів на основі зміни входів-виходів об'єкта в допустимий діапазон значень Φ :

$$\hat{\varphi} = \arg(\min_{S_j \in \Phi} I(\hat{\varphi})) \quad (2.7)$$

В алгебраїчній постановці вектор помилок моделі і її статистичні характеристики вважаються невідомими. З формально-алгебраїчних позицій система (2.7) не може бути вирішена, оскільки вона містить два невідомих вектора: параметри моделі φ і помилки моделі. Однак, використовуючи метод найменших квадратів в алгебраїчній ідентифікації, модель (2.7) замінюється системою:

$$P_j = F(\varphi, S_j) + e; \quad e = p_j - F(\varphi, S_j)$$

і оптимальною оцінкою $\hat{\varphi}$ вважається значення, яке забезпечує мінімальну евклідову норму вектора нев'язки або позитивно певну квадратичну форму:

$$I(\hat{\varphi}) = e_j^T R^2 e_j, \quad (2.8)$$

де $R^2 = R^T R$ - позитивно певна вагова матриця

Хоча використання цього підходу в теорії ідентифікації не є статистично виправданим, цей метод є більш практичним вирішенням

проблеми одиночного зразка або невеликої кількості зразків вимірювань обмеженого обсягу.

Для поліпшення оцінки ϕ необхідно задіяти додаткову (нестатистичні) інформацію або про вектор параметрів ϕ , або про вектор помилок моделі. Один із способів - ітеративно уточнювати модель помилки, змінюючи, наприклад, матрицю R в квадратичному критерії якості (2.8) або реалізуючи постійну адаптивну настройку моделі. У деяких підходах рекомендується фільтрувати отримані оцінки параметрів моделі ϕ на основі методу експоненціального згладжування.

Як алгебраїчного підходу можна розглядати побудову математичних моделей процесів на основі теорії нечітких множин, штучних нейронних мереж, що дозволяють формувати модель об'єкта або процесу в умовах малих і нестационарних вибірок, а також формалізувати експертні оцінки фахівців. Основні детерміновані моделі, використовувані при моделюванні та прогнозуванні, показані на рисунку 2.2. Як правило, ці моделі використовуються як частина комбінованих ймовірно-визначених моделей [48, 52,53,54].

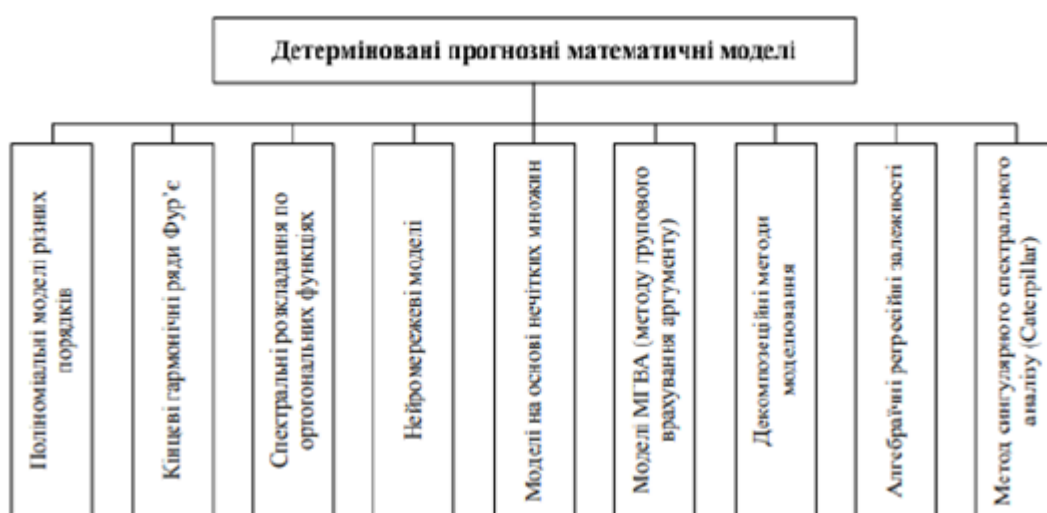


Рисунок 2.2 – Детерміновані підходи розробки прогнозних математичних моделей електричних навантажень систем електроспоживання

Математичні моделі прогнозування, що представляють собою комбінацію статистичних і детермінованих моделей, набувають все більшого поширення. Ці моделі дозволяють забезпечити найкращу точність прогнозування, адаптивність до змінного процесу енергоспоживання. Вони засновані на концепції моделювання стандартизованої навантаження, яка полягає в моделюванні фактичної навантаження $P(t,d)$ у вигляді набору стандартизованого графіка (базовий компонент, детермінований тренд) $PS(t,d)$ і залишкової складової $PD(t,d)$ [18, 40, 43] .

Це розкладання на компоненти часто носить адитивний характер:

$$P(t,d)=PS(t,d)+PD(t,d) \quad (2.9)$$

іноді використовується і мультиплікативне розкладання:

$$P(t,d)=PS(t,d) \cdot PD(t,d) \quad (2.10)$$

де d - тип прогнозованого дня.

Іноді використовується модель, що поєднує в собі властивості адитивної і мультиплікативної моделей:

$$P(t,d)=PS1(t,d)+PS2(t,d) \cdot PD(t,d) , \quad (2.11)$$

де $PS1(t,d)$, $PS2(t,d)$ - детерміновані складові; $PD(t,d)$ - остання випадкова складова.

В електроенергетиці найбільш широко використовується адитивна модель (2.9), моделі (2.10) і (2.11) мають обмежене застосування.

Процес $PD(t,d)$ в першому наближенні вважається стаціонарним, що спрощує його моделювання за допомогою статистичних моделей. Вибір стандартної складової $PS(t,d)$ здійснюється різними відомими методами [18, 44, 48, 52, 53, 54].

При моделюванні стандартної складової $PS(t,d)$ також часто

проводиться її розкладання на окремі складові [18]:

$$PS(t,d)=PA(t,d)+PR(t,d)+PT(t,d)+PW(t,d) \quad (2.12)$$

де $PA(t,d)$ - складова, що враховує зміну середньої сезонної навантаження; $PR(t,d)$ - складова, що враховує щотижнєве циклічну зміну споживання електроенергії; $PT(t,d)$ - компонент тренда, що моделює додаткові ефекти, пов'язані зі зміною сходу і заходу сонця від сезону до сезону; $PW(t,d)$ - складова, що враховує залежність споживання електроенергії від метеорологічних чинників (температури). Кожен з компонентів комбінованої моделі реалізований на основі статистичного або детермінованого методу. Це визначає різноманітність комбінованих прогнозних математичних моделей процесів. Комбіновані моделі даного типу не обов'язково містять всі наступні компоненти: $PS(t,d)$, $PA(t,d)$, $PR(t,d)$, $PT(t,d)$, $PW(t,d)$, $PD(t,d)$. У деяких випадках деякі компоненти поглинають функції інших компонентів, відсутніх в моделі.

Висновки:

1. Перед вирішенням завдань з організації та ведення обліку та контролю електроспоживання проаналізовано ряд нормативних документів, таких як Закон України «Про ринок електроенергії», кодекс системи передачі, кодекс систем розподілу; кодекс комерційного обліку; правила роздрібного ринку.

2. Визначено, що в якості основного базису побудови АСКОЕ потрібно використовувати стандарти ІЕК61970, ІЕК 61968, ІЕК 61870-6. Для збереження, обробки та доступу до інформації потрібно створювати АСКОЕ на основі об'єктних систем управління базами даних реального часу, запроваджених на роботі з СІМ-моделями та XML-форматом їх відображення, використовувати новітні розробки та технології. Система будується з типових апробованих підсистем, що об'єднуються в необхідну

спроектовану структуру

3. Визначено, що ймовірнісні моделі набули найбільшого поширення у прогнозуванні енергоспоживання, вони мають високий ступінь правильності прогнозування процесів в електронергетиці . Найбільш широко використовується адитивна модель.

3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ОБ'ЄКТІВ З КОМБІНОВАНИМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

3.1 Основні технічні рішення при реалізації системи контролю та обліку електроенергії з комбінованим електропостачання

АСКОЕ повинна буде створюватися як дворівнева автоматизована система з централізованим керуванням і розділеною функцією вимірювання:

До першого рівня відноситься :

- 1) засоби вимірювання (ТС, ТН, електронні лічильники електричної енергії);
- 2) устаткування для забезпечення зв'язку.

Перший рівень повинен буде виконувати наступне:

- 1) вирішення завдання вимірювання параметрів активної та реактивної енергії для комерційного обліку;
- 2) діагностику технічного стану засобів обліку;
- 3) довгострокове зберігання отриманих даних;
- 4) забезпечення інтерфейсів доступу до інформації з боку зовнішніх систем.

Другий рівень включає в себе :

- 1) сервер АСКОВ (основний та резервний);
- 2) устаткування для забезпечення зв'язку.

Другий рівень повинен буде виконувати наступне:

- 1) вирішення завдання автоматичного збору параметрів активної та реактивної енергії, діагностики, оброблення та зберігання інформації, отриманої з засобів обліку електроенергії;
- 2) автоматичний збір й обробку інформації про технічний стан засобів вимірювання;
- 3) забезпечення інтерфейсів доступу до інформації про стан засобів вимірювання;
- 4) автоматичну передачу даних до ІОК Головного оператора та АСКОЕ суміжних суб'єктів ринку та ЕС ДП "НЕК "Укренерго";
- 5) забезпечення роботи всіх наявних елементів АСКОЕ в єдиному розрахунковому часі зі збереженням встановлених правил переходу на "літній чи зимовий" час.

Для забезпечування вимірювання обсягів електричної енергії необхідно використовувати вимірювальні ТС і ТН, які повинні відповідати наступним вимогам:

- 1) Клас точності вимірювальних трансформаторів струму для підключення лічильників комерційного обліку електричної енергії повинен бути не нижче 0,5s.
- 2) Клас точності вимірювальних трансформаторів напруги для підключення лічильників комерційного обліку електричної енергії повинен бути не нижче 0,5.
- 3) Навантаження вторинних обмоток вимірювальних трансформаторів, до яких підключаються лічильники електричної енергії, не повинні перевищувати номінальних значень.
- 4) Вимірювальні трансформатори повинні бути повірені та відповідати вимогам розділу 1.5 ПУЕ, ДСТУ ІЕС 60044-1 та ДСТУ ІЕС 60044-2.

5) процедура перевірки вибору ТС повинна здійснюватися в режимах максимального та мінімального навантаження за параметрами прийом та віддача [7].

Лічильники електроенергії, які встановлюються для цілей обліку електричної енергії, повинні бути внесені до реєстру затверджених типів засобів вимірювальної техніки, що допущені до застосування на території України, а також відповідати наступним вимогам :

1) Класи точності лічильників повинні відповідати вимогам Інструкції про порядок комерційного обліку електричної енергії;

2) Лічильники електричної енергії повинні забезпечувати вимірювання у прямому та зворотньому напрямках активної та реактивної (індуктивної і також ємнісної) електроенергії.

3) електроенергії повинні мати електричний послідовний інтерфейс даних RS-485 та/або інтерфейс RS232.

4) Лічильники електроенергії повинні мати можливість зовнішньої синхронізації ходу внутрішнього календарного годинника.

5) Похибка ходу календарного таймера і внутрішнього годинника лічильника не повинна бути більше $\pm 0,5$ секунди на добу.

6) Лічильники повинні мати захист від несанкціонованого доступу до апаратної частини (функціональні модулі і т.п.) і програмно-інформаційного забезпечення.

7) Лічильники повинні вести автоматичну самодіагностику. Виявлені помилки й несправності повинні заноситися в журнал подій з міткою дати і часу.

8) Лічильники мають бути забезпечені резервним джерелом живленням [7].

Кваліфікація персоналу, що обслуговує АСКОЕ, повинна забезпечувати ефективне функціонування закріпленого за ними устаткування та обладнання у всіх заданих режимах. Персонал, який буде обслуговувати АСКОЕ, повинен бути добре підготовлений до виконання своїх обов'язків відповідно до своїх посадових інструкцій і проведення робіт відповідно до інструкцій з експлуатації, з якими мають бути ознайомлені та власноруч розписатися. До роботи з технічними засобами АСКОЕ повинні допускатися лише ті працівники які, пройшли навчання і мають, згідно «Правил технічної експлуатації електроустановок», кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче третьої групи . До обробки результатів вимірів допускаються особи з освітою не нижче середньої спеціальної, що пройшли спеціальне навчання[55].

При впровадженні АСКОЕ рекомендується створення підрозділу, що забезпечує правильне, безаварійне функціонування даної системи і несе відповідальність за своєчасність і правильність проведення регламентних дій.

Чисельність та графік роботи персоналу АСКОЕ (оперативного й обслуговуючого) встановлюється на підставі діючих нормативів, виходячи зі структури підрозділів, що забезпечують контроль і облік енергоспоживання та експлуатацію комплексу технічних засобів.

Обслуговуючий персонал повинен буде включати таких працівників:

- інженер з обчислювальної техніки та засобів зв'язку;
- інженер по засобам вимірювання.

Вимоги до кваліфікації працівників (освіта, спеціальна підготовка, стаж) встановлюється діючими нормативними документами з врахуванням конкретних особливостей технічних засобів які будуть використовуються в АСКОЕ .

Підготовку та навчання працівників по обслуговуванню системи повинно бути здійснене до введення АСКОЕ в промислову експлуатацію.

Для підтримки рівня підготовки персоналу в процесі експлуатації системи АСКОЕ повинні будуть проводитися навчання, тренування та періодична перевірка знань.

Вимоги до техніки безпеки

Технічні засоби АСКОЕ з метою захисту людини від ураження електричним струмом повинні відповідати вимогам діючих нормативних документів, вимогам електричної й механічної безпеки, відповідно до діючих нормативних документів по класу захисту бути не нижче 1 і відповідати вимогам ПУЕ, ПТЕ, ПТБ.

Лічильники електричної енергії повинні відповідати вимогам діючих нормативних документів.

Трансформатори струму та трансформатори напруги мають відповідати вимогам діючих нормативних документів.

При встановленні, монтажі, технічному обслуговуванні й експлуатації технічних засобів системи необхідно дотримуватися вимог з техніки безпеки, викладених в експлуатаційній документації, а також вимог, які встановлені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) і «Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів » (ПБЕЕС).

Електрична міцність й опір ізоляції електричних ланцюгів приладів АСКОЕ мають відповідати діючим вимогам нормативних документів.

Технічні засоби АСКОЕ повинні відповідати загальним вимогам по пожежній безпеці відповідно діючих нормативних документів.

У приміщеннях, призначених для експлуатації технічних засобів АСКОЕ, повинні бути передбачені та виконуватися заходи протипожежної безпеки.

Металеві не струмоведучі частини технічних засобів АСКОЕ повинні бути заземлені. Заземлення територіально розосереджених технічних засобів

АСКОЕ повинно виконуватися по місцю їхньої установки відповідно до вимог діючих нормативних документів.

Технічні засоби АСКОВ в частині створюваних ними електромагнітних полів радіочастот повинні відповідати вимогам діючих нормативних документів.

Розміщення технічних засобів АСКОВ повинно задовольняти вимогам «Будівельних норм і правил» і «Санітарних норм проектування промислових підприємств». Конструкція й розміщення стійок (шаф) АСКОВ повинні задовольняти вимогам електробезпеки й пожежної безпеки відповідно до діючих нормативних документів.

Стійки (шафи) повинні бути оснащені механічними блокувальниками дверей (кришок), що виключають їх самовільне й помилкове відкриття.

Всі зовнішні елементи технічних засобів АСКОВ, що перебувають під напругою, повинні бути захищені від випадкового дотику обслуговуючого персоналу до цих елементів, а також мати попереджувальні написи про небезпеку.

Вимоги до експлуатації, технічного обслуговування, ремонту і зберігання компонентів системи

Експлуатація засобів вимірювання, засобів зв'язку й програмного забезпечення повинна бути організована відповідно до вимог діючих нормативних документів та інструкцій підприємств-виробників, а також місцевих інструкцій, затверджених керівництвом підприємства.

В інструкціях має бути вказано:

- порядок обслуговування системи (періодичність перевірки працездатності системи);
- порядок дій персоналу при виході системи з ладу;
- порядок звірення астрономічного часу й синхронізації часу

елементів АСКОЕ;

- порядок дій персоналу при тимчасовому виході з ладу пристроїв, встановлених на об'єктах, при створенні ремонтних схем та в інших позаштатних ситуаціях;
- порядок організації та забезпечення передачі звітної інформації на верхні рівні;
- порядок документування інформації;
- регламент взаємодії із суб'єктами ОРЕ щодо узгодження інформації;
- порядок реєстрації відмов у роботі елементів АСКОЕ;
- відповідальність персоналу за дії, що привели до спотворення звітної інформації з обліку електроенергії.

Всі дії персоналу щодо контролю стану і ремонту та технічного обслуговування, корегування налаштування, а також заміні технічних засобів, засобів зв'язку по системі АСКОЕ повинні фіксуватися у відповідних журналах.

Обсяг, трудоемкість також порядок виконання профілактичного та регламентного обслуговування системи мають відповідати технічним умовам і посібникам з експлуатації застосовуваних засобів. Профілактичне обслуговування повинно виконуватися без припинення обліку електроенергії. Профілактичне і регламентне обслуговування повинні проводитися за затвердженим графіком.

В системі мають бути наявні основний та резервний канал передачі даних.

Забезпечено резервування технічних засобів АСКОЕ суб'єкта енергоринку з метою надійної та своєчасної передачі даних до ІОК Головного оператора.

Забезпечено збереження інформації при аваріях (вихід з ладу мережевого обладнання, вихід з ладу серверів, вихід з ладу робочої станції користувача, пожежа тощо).

АСКОЕ повинна виконувати такі задачі:

- щодобово, за попередню розрахункову добу, збір погодинних даних комерційного обліку активної та реактивної електроенергії, а також півгодинних значень величин перетоків електричної енергії (30 хвилинні значення усередненої потужності) відповідно, з періодом інтеграції 30 хвилин та інформації з журналу подій лічильників;

- щомісяця збір накопичувальних показів активної та реактивної електроенергії (фіксовані станом на 24 годину останньої доби кожного звітного місяця);

- зберігання значень параметрів обліку в БД лічильників з можливістю архівування інформації на зовнішньому носії (з глибиною архіву, що визначається загальною ємністю носіїв, які використовуються);

- автоматичне зчитування даних із лічильників за заданим інтервалом часу і створення копії первинних БД лічильників в СКБД АСКОЕ;

- первинну обробку (множення на розрахункові коефіцієнти, округлення, приведення до межі балансової належності тощо) і перевірку повноти та достовірності зібраних з лічильників облікових даних;

- формування півгодинних і годинних графіків виробітку, відпуску і споживання активної і реактивної електричної енергії;

- можливість визначення обсягів виробленої, відпущеної, переданої, спожитої електричної енергії суб'єктом ринку електричної енергії;

- можливість ручного вводу даних по кожній точці обліку електроенергії при неможливості їх своєчасного автоматичного отримання;

— заміщення (відновлення) даних відповідно до встановлених алгоритмів в БД АСКОЕ, які не були отримані автоматично Операторами АСКОЕ в установлений термін, в тому числі при використанні ручного вводу;

— забезпечення можливості зберігання в базі даних АСКОЕ первинних даних з ПБД лічильника (актив/реактив) та розрахункових даних за обліковими періодами (доба, місяць, квартал, рік), починаючи з дискретності 30 хвилин і вище та інформації з журналу подій лічильників, протягом терміну позовної давності;

— забезпечення можливості процедур обміну даними комерційного обліку з суміжними операторами суб'єктів ринку по спільних точках перетоків електроенергії та регламентованого автоматизованого дистанційного доступу до первинної БД приладів комерційного обліку електроенергії;

— забезпечення наявності позначок якості інформації (ручний чи автоматизований ввід даних тощо), які повинні формуватися, починаючи з рівня обліку і передаватися на вищі рівні;

— можливість синхронізації серверів АСКОЕ суб'єкта ринку, приладів обліку та пристроїв обліку з серверами точного часу АСКОЕ ринку за протоколом NTP відповідно до додатку 7 (4) до ДЧОРЕ "Загальні технічні вимоги до автоматизованої системи комерційного обліку Оптового ринку електричної енергії України. II. Система точного часу та підсистема забезпечення синхронності вимірювання Автоматизованої системи комерційного обліку ринку електричної енергії України" [7].

АСКОЕ має забезпечувати автоматичну діагностику збоїв та поломок технічних засобів і каналів зв'язку системи.

АСКОЕ має забезпечити формування єдиного часу для всіх приладів обліку і можливість зведення балансу активної і реактивної енергій в

єдиному часі, а також автоматичне переведення зимового - літнього часу при зміні сезонів часу "літо" - "зима" за розкладом згідно чинного законодавства України (Постанова КМУ від 13.05.1996 № 509: щорічно в останній тиждень березня (в неділю) в 3 години за київським часом здійснюється перехід часу на 1 годину вперед й в останній тиждень жовтня (в неділю) в 4 години за київським часом здійснюється перехід часу на 1 годину назад).

Система забезпечення точного часу (далі СЗТЧ) - це функціонально об'єднана сукупність програмно - технічних засобів вимірювання і синхронізації часу в даній автоматизованій системі, в якій формуються і послідовно перетворюються сигнали, які містять кількісну інформацію про вимірювані величини часу.

Метою СЗТЧ є забезпечення необхідної точності відліку часу з метою синхронізації вимірювань в точках обліку, що входять до складу АСКОЕ у відповідності з Кодексом комерційного обліку електроенергії. СЗТЧ виконує закінчену функцію вимірювання часу і має нормовані метрологічні характеристики [7].

Використання даних ДТЧ дозволяє проводити коригування часу сервера АСКОЕ (та АРМ) у відповідності до державного еталону часу і частоти України UTC (UA).

Обов'язкова періодичне (не рідше одного разу на шість місяців) зміна паролів користувачів АСКОЕ або використання захищених апаратних засобів автентифікації та авторизації.

Обов'язкове періодичне (не рідше одного разу на три місяці) встановлення наявних оновлень та виправлень для операційних систем та іншого ПЗ, що входить до складу АСКОЕ.

Має бути заборона за допомогою технічних або організаційних заходів запуску на серверах та робочих станціях, що входять до складу АСКОЕ, ПЗ, яке не передбачене в проектній документації на АСКОЕ.

Блокування за допомогою технічних засобів інформаційного обміну (в тому числі) між АСКОЕ та іншими інформаційними системами, окрім випадків, необхідних для функціонування АСКОЕ та передбачених в проектній документації на АСКОЕ.

Обов'язкове застосування на всіх серверах та робочих станціях, що входять до складу АСКОЕ, антивірусного програмного забезпечення, яке регулярно оновлюється.

Можливість передачі даних до ІОК Головного оператора через мережу Internet за допомогою технології VPN з використанням набору протоколів IPSec в режимі Site-to-Site Tunnel. Шифрування пакетів має здійснюватись за стандартом AES з довжиною ключа 256 біт.

Надання до ЕС ДП "НЕК "Укренерго" даних комерційного обліку для формування макетів 30817.

Надання даних комерційного обліку в узгоджених форматах зацікавленим сторонам

- суміжним Операторам суб'єктів ОРЕ та прийом від суміжних Операторів даних комерційного обліку, їх аналіз щодо достовірності та можливості погодження.

Можливість довгострокової погодинної передачі даних комерційного обліку до ІОК Головного оператора за допомогою УППДВ згідно з наданим Головним оператором закодованим реєстром даних.

Для математичного забезпечення АСКОЕ повинні використовуватися (за наявності) типові математичні методи і алгоритми розрахунку необхідних параметрів і техніко-економічних показників, що регламентуються діючими нормативно-технічними документами і правилами ОРЕ.

Всі розрахункові формули і алгоритми розрахунку повинні бути наведені в виконавчій документації на АСКОЕ.

Інформаційне забезпечення АСКОВЕ - сукупність масивів інформації, правил класифікації й кодування інформації, уніфікованої системи документації, включаючи вхідні й вихідні форми, і реалізованих рішень по обсягах, розміщенню і формам існування інформації, застосовуваної в АСКОВЕ при її функціонуванні.

Інформаційне забезпечення АСКОВЕ повинно забезпечувати:

- ввід, обробку та зберігання інформації, яка необхідна для реалізації функцій системи;
- подання інформації у формі, яка зручна для роботи користувача, відповідно до його функціональних обов'язків і встановленого розмежування доступу;
- відсутність втрати точності інформації при зборі, зберіганні, обробці й наданні інформації в зовнішні інформаційні системи;
- пристосованість до можливих змін інформаційних потреб користувачів;
- підключення до АСКОВЕ нових точок обліку, лічильників електроенергії;
- вилучення з АСКОВЕ точок обліку, лічильників електроенергії, суматорів.

Програмне забезпечення АСКОВЕ складається з серверної частини та клієнтської частини та бази даних. Програмне забезпечення АСКОВЕ повинно передбачати наступне:

- 1) роботу серверної частини АСКОВЕ під операційною системою Windows;
- 2) функціонування бази даних з використанням СКБД MS SQL;
- 3) можливість цілодобової роботи програми в автоматичному

режимі, що не вимагає постійного втручання персоналу. який обслуговує ;

4) автоматичне зчитування даних з лічильників за заданим інтервалом часу та створення копії первинних баз даних лічильників;

5) ручний ввід даних по кожному каналу обліку електроенергії , коли неможливо їх своєчасного отримати в автоматичному режимі;

6) первинну обробку інформації;

7) недоторканність та незмінність первинної бази даних;

8) розрахунок узагальнених і групових параметрів;

9) формування півгодинних та годинних графіків споживання активної та реактивної електричної енергії;

10) ідентифікацію та збереження з фіксацією дати та часу виникнення всіх подій, які пов'язані з позаштатними змінами зовнішнього та внутрішнього середовища програмних й апаратних засобів (зникнення живлення, відсутність зв'язку, спроби несанкціонованого доступу тощо);

11) ведення та аналіз протоколів роботи;

12) ведення системного часу за точним астрономічним часом;

13) забезпечення автоматичного переходу часу сезону «літо- зима»;

14) формування екранних форм і графіків;

15) формування звітів та макетів;

16) довгострокову погодинну передачу даних комерційного обліку до ІОК Головного оператора за допомогою УППДВ згідно з наданим Головним оператором закодованим Реєстром даних;

17) надання до ДП "НЕК "Укренерго" даних комерційного обліку для формування макету 30817;

18) надання даних комерційного обліку в узгоджених форматах

зацікавленим сторонам - суміжним Операторам суб'єктів енергоринку та прийом від суміжних Операторів даних комерційного обліку, їх аналіз щодо достовірності та можливості погодження;

19) передачу даних в автоматичному режимі до операторів систем розподілу за допомогою стандартних макетів 30817, 30818, 30917;

20) передача даних комерційного обліку до ІОК Головного оператора та забезпечення доступу Головного оператора до результатів вимірювання.

21) наявність даних АСКОЕ в макеті 30817, який створюється ПрАТ НЕК «Укренерго» та передається до ІОК Головного оператора для участі в розрахунках на ОРЕ.

Програмне забезпечення повинно забезпечувати виконання наступних функцій обробки:

1) розрахунок вторинних даних - одержання розрахованих даних на підставі первинних даних від приладів обліку, з урахуванням коефіцієнтів трансформації, масштабування й втрат;

2) розрахунок даних на основі вторинних даних з використанням арифметичних операцій (+, -, /, *).

Повнота даних має забезпечуватися шляхом реалізації таких функцій та властивостей системи:

1) реєстрація результатів опитування лічильників у журналі опитування;

2) реєстрація часу та дати останнього одержання даних з лічильників у журналі опитування;

3) протоколюванням виконуваних процесів у лог-файли;

4) відновленням даних шляхом опитування приладів обліку (від часу останнього збереження в базі даних);

- 5) забезпечення можливості перегляду користувачем інформації про наявність даних у СКБД;
- 6) автоматичним нараховуванням втрат електроенергії в елементах мережі;
- 7) забезпечення збереження в базі даних АСКОЕ первинних та розрахункових даних за обліковими періодами, починаючи з дискретності 30 хвилин та вище, протягом терміну позовної давності;
- 8) забезпеченням збереження інформації при аваріях (вихід з ладу обладнання чи наприклад серверів або ж робочої місця користувача, пожежа чи інше).

Програмно-апаратні засоби АСКОЕ повинні бути реалізовані на базі сучасних засобів обчислювальної техніки й будуватися за модульним принципом, щоб була можливість їхнього розширення та модернізації системи, а також з використанням ліцензійного програмного забезпечення.

Передбачити можливість АСКОЕ зберігати працездатність при відключенні основної лінії електропостачання протягом двох годин. Забезпечити резервування технічних засобів АСКОЕ суб'єкта ОРЕ з метою надійної та своєчасної передачі даних до ІОК Головного оператора.

До складу технічних засобів верхнього рівня системи повинні входити:

- 1) сервер АСКОЕ (основний, а також резервний);
- 2) комунікаційне обладнання.

Мінімальні вимоги до конфігурації Сервера АСКОЕ:

- 1) процесор 2,1 ГГц або вище;
- 2) оперативна пам'ять не менше 3 ГБ;
- 3) жорсткий диск не менше 250 ГБ;
- 4) оптичний привід DVD \pm RW, USB-порт;

- 5) плата локальної мережі Ethernet (LAN);
- 6) клавіатура , а також оптична миша;
- 7) монітор 21" TFT;
- 8) джерело безперебійного живлення;
- 9) операційна система Microsoft Windows 10;
- 10) офісний пакет Microsoft Office 2020;
- 11) СКБД MS SQL Server Express.

3.2 Побудова та характеристика функціональної структури системи контролю та обліку електроенергії

У зв'язку з будівництвом мікро ГЕС «Гідра» на території Полтавської області, де суміжнім суб'єктом на ОРЕ України є ПрАТ «Полтаваобленерго», розроблено проект АСКОЕ для мікро ГЕС «Гідра» ТОВ«Гідра». АСКОЕ ТОВ «Гідра» (далі АСКОЕ) створюється, як автоматизована вимірювальна інформаційна система, основне завдання якої - це вимірювання, збирання та обробка, зберігання та відображення даних отриманих з точок обліку електричної енергії, а також обмін обліковою інформацією з суміжними суб'єктами ринку електроенергії України та Головним оператором.

Основною метою створення АСКОЕ є забезпечення наступних техніко-економічних завдань:

- 1) підвищення точності обліку електричної енергії;
- 2) керування енергетичними режимами;
- 3) проведення розрахунків за отриману й відпущену електроенергію;
- 4) скорочення часу збору та обробки даних, прийняття оперативних

рішень;

5) отримання значень потужності й побудови погодинних і півгодинних графіків навантаження;

6) підвищення швидкості обробки й обміну інформації, підготовки довідок, актів, протоколів, макетів та іншої необхідної документації по веденню обліку електричної енергії

7) забезпечення роботи всіх елементів АСКОЕ в єдиному розрахунковому часі зі збереженням установлених правил переходу на «літній/зимовий» час;

8) зниження комерційних втрат за рахунок підвищення точності обліку електричної енергії та одержання інформації, що дозволяє виконувати аналіз втрат електричної енергії та подальшої їх зменшення ;

9) передача облікової інформації до ІОК Головного оператора ринку України, а також до суміжних суб'єктів ринку та Центральної ЕС ДП "НЕК "Укренерго", відповідно до «Технічних вимог до Автоматизованої системи комерційного обліку Оптового ринку електричної енергії України»;

10) забезпечення визначеного доступу до даних АСКОЕ з боку зацікавлених суб'єктів енергоринку

11) зниження трудозатрат на ведення обліку електричної енергії;

12) визначення всіх складових балансу електричної енергії та забезпечення оперативного контролю й аналізу режимів відпуску електричної енергії в енергосистему ,а також її надходження з енергосистеми.

13) передача погодинних та добових даних з обліку електричної енергії суміжним суб'єктам ринку суміжним організаціям та зацікавленим сторонам.

АСКОЕ має забезпечувати формування значень параметрів

комерційного обліку по об'єкту: «виробіток» «прийом», «віддача», «сальдо», «купівля» та «продаж», відповідно до Порядку перевірки даних, отриманих від АСКОВЕ суб'єктів ринку (затверджений постановою НКРЕ від 16.06.2011 № 1042). Об'єктом автоматизації є система комерційного обліку електричної енергії ТОВ «Гідра» (мікро ГЕС «Гідра») в ринку електричної енергії України.

Тип та кількість обладнання мікро ГЕС: генератор — 4АМУ25086 БУ-1А Р = 40 кВт -5шт. Встановлена потужність мікро ГЕС (відповідно до технічних умов) 200 кВт. Потужність власних потреб (господарські 6.97 кВт та технологічні 0,6 кВт) складає 7.57кВт та наведена у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Потужність власних потреб

№ п/п	Найменування струмоприймачів електроенергії	Кількість струмоприймачів		Потужність одного струмоприймача, кВт	Загальна потужність, кВт
		Всього	Коефіцієнт одночасного використання		
1	Технологічні потреби	-	-	-	-
1.1	Власні потреби КТП №	1	1	0,6	0,6
2	Господарські потреби	-	-	-	-
2.1	Система освітлення	1	0,33	0,33	0,33
2.2	Ручний	1	0,01	5	0,05
2.3	Система обігріву та	1	0,3	4	1,2
2.4	Комутаційний центр	1	1	0,5	0,5
2.5	Пожежна сигналізація	1	1	0,2	0,2
2.6	Комп'ютерна техніка та	1	1	1,5	1,5
2.7	Щит керування	1	0,2	3	0,6
2.8	Щит керування Г1-Г5	1	1	2	2
2.9	Щит компенсації	1	0,5	1	0,5
2.10	Двигуни приводу	1	0,01	9	0,09
Загальна потужність споживання на власні потреби				Мінімальна - 7.57	

Встановлена потужність обладнання Бізнес центру 200 кВт

Обсяг електричної енергії, що відпускається із шин мікро ГЕС «Гідра» визначається за показниками лічильника електричної енергії, розташованого в точці комерційного обліку ТО-1.1.

На мікро ГЕС «Гідра» для обліку генерації електричної енергії встановлено лічильники в ТО-1.2-ТО-1.6.

В ВРП бізнес центру встановлено ТО-1.7

На приєднаннях комерційного обліку електричної енергії повинні бути встановлені і повірені вимірювальні ТС та ТН.

Однолінійна схема розташування приладів комерційного обліку електричної енергії наведена на рисунку 3.1 , відповідає технічним умовам приєднання електроустановок до електричних мереж з зазначенням, зокрема:

- генеруючого обладнання (для виробників електричної енергії), силових трансформаторів, вимикачів, ліній тощо;
- струмоприймачів власних потреб;
- вимірювальних комплексів;
- рівнів напруги;

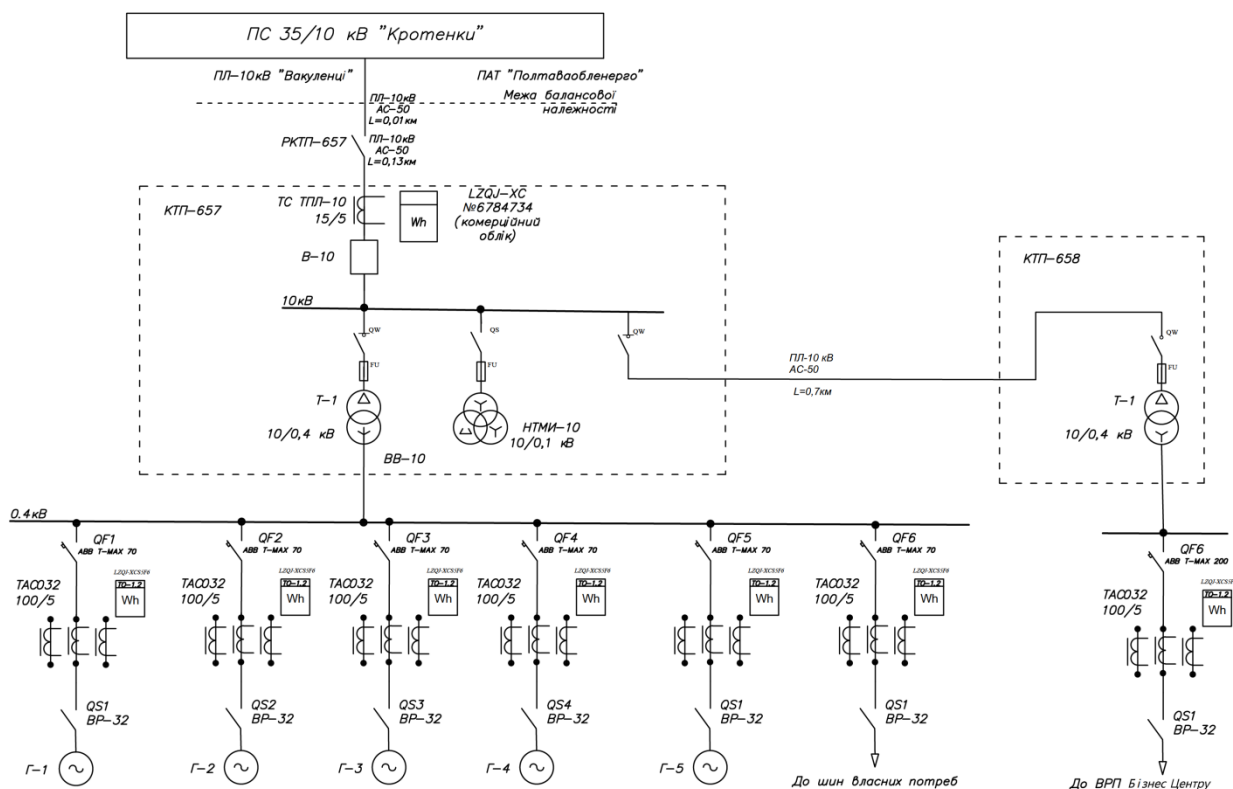


Рисунок 3.1 - Однолінійна схема електропостачання ТОВ «Гідра»

Облік електроенергії, виробленої на об'єктах електроенергетики з альтернативних джерел енергії, здійснюється згідно Порядку комерційного обліку електричної енергії та затвердженого постановою НКРЕКП від 04.04.2017 №472.

Відстань від місця встановлення приладу обліку до межі балансової належності складає 50м. Методика визначення втрат в лінії розробляється згідно з діючою методикою, затвердженої наказом Міністерством енергетики та вугільної промисловості України від 21.06.2013 №399: "Методичні рекомендації визначення технологічних витрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропостачання".

Прилади обліку розташовані в шафах обліку в приміщенні підстанції ТП №657, ВРП бізнес центру «Гідра», умови зазначені в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 - Умови експлуатації лічильників електроенергії

Найменування	Нормальні умови	Робочі умови
кліматичні умови експлуатації об'єкту		
температура	+25°C	-30°C ..+50°C
відносна вологість	до 95%	80%
атмосферний тиск	96кПа	85-107кПа
частота струму мережі	50Гц	50Гц
напруга мережі змінного струму	~220	220±22
коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги	до 12%	8%

Все устаткування, що використовується в даній системі має захист від:

- 1) електромагнітних перешкод згідно МЕК 801-3;
- 2) низькочастотних перешкод, згідно МЕК 801-4, МЕК 801-5;
- 3) електростатичних розрядів, згідно МЕК 801-2, МЕК 1000-4-2;
- 4) радіочастотних імпульсів, згідно МЕК 1000-4-3.

Шафа комунікаційного центру АСКОЕ мікро ГЕС ТОВ «Гідра» показана на рисунку 3.2

Таблиця 3.4 - Робочі умови функціонування АСКОЕ

Найменування параметрів контрольованих приєднань та вимірювальних величин для вимірювального комплексу: лічильник електронний, ТС, ТН	Допустимі границі параметрів і робочих умов
Струм, % від $I_{ном}$	$I_{мін} - 85$
Напруга, % от $U_{ном}$	85-110
Коефіцієнт потужності (cosf)	0,5 інд. - 1,0 - 0,5 ємн
Частота, % від $\Gamma_{ном}$	99-101
Температура навколишнього середовища, °C	Згідно паспортів ЗВ
Індукція зовнішнього магнітного поля для лічильників, мТл	Не більше 0,5
Вторинне навантаження ТС, % від номінального (при cosf)	25-100 (0,8 інд.)
Вторинне навантаження ТН, % від номінального (при cosf)	25-100 (0,8 інд.)

Примітки:

1. Значення струмів $I_{мін}$ та $I_{макс}$ визначаються за паспортами лічильників та ТС.
2. Значення струму $I_{мін}$ зазвичай знаходиться в діапазоні (1-10)% від $I_{ном}$.

Основні кількісні характеристики:

кількість точок обліку в складі АСКОЕ – 8 (вісім);

кількість серверів АСКОЕ – 2 (два).

Лічильники електричної енергії → шина даних (RS485)

→ GSM-канал →

Сервер АСКОЕ (АРМ) підприємства → Сервер

АСКОЕ ПАТ

«ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО».

Обмін інформації між підсистемами верхнього і нижнього рівнів здійснюється через середовище - GSM із використанням стандартних GSM-терміналів та діючих на території Полтавської області мереж мобільного зв'язку Vodafone основного каналу та КИЇВСТАР резервного, стандарту GSM. Структурна схема показана на рисунку 3.3

Основні вимірювальні величини по кожній точці обліку :

- Активна енергія в прямому та зворотному напрямках (прийом та віддача)
- Реактивна енергія в прямому та зворотному напрямках (прийом та віддача)
- Активна потужність (в чотирьох квадрантах та сумарна)
- Реактивна потужність (в чотирьох квадрантах та сумарна)
- Напруга по кожній фазі

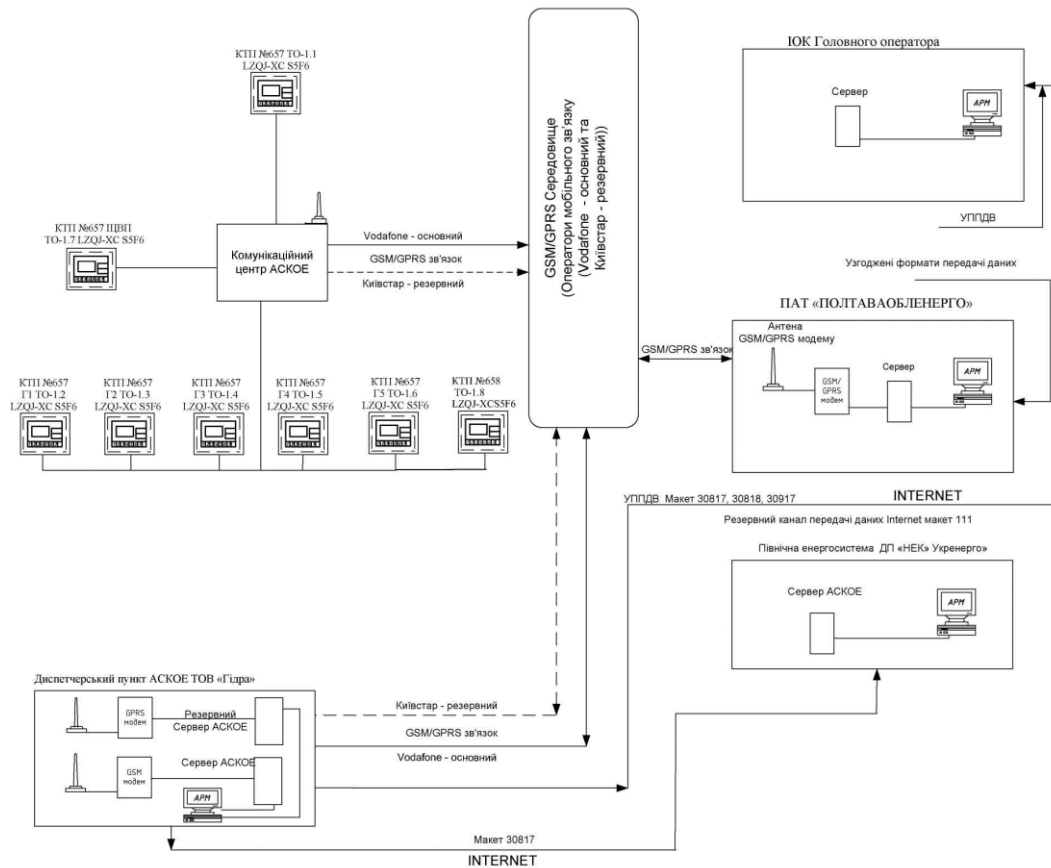


Рисунок 3.3 – Структурна схема АСКОЕ

- Струм по кожній фазі та в нейтралі
- Частота мережі
- Кути зсуву струму відносно напруг по кожній фазі

Основні вимірювальні параметри по кожній точці обліку та по групам обліку :

- Приріст енергії за інтервали: 30 хвилин, година, доба, місяць, рік
- Приріст енергії за тарифами
- Середня потужність за інтеграційний період: 30 хвилин.

Вибір номінальних параметрів ТС для підключення лічильників комерційного обліку

ТОВ «Гідра»

Вихідні дані: $P_{нТО-1.1} = 200 \text{ кВт}$ – генерація, $P_{нminТО-1.1} = 7,57 \text{ кВт}$ – споживання $U_{нТО-1.1} = 10 \text{ кВ}$

Для режиму генерації ТО-1.1 $\cos \varphi = 0.87$ (згідно з розрахунками); Для режиму споживання ТО-1.1, $\cos \varphi = 0,6$ (згідно з розрахунками);

1. Розрахунковий струм первинної обмотки:

$$I = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos f}, \quad (3.1)$$

- в максимальному режимі генерації:

$$I_{p1ТО-1.1} = 200 / (\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0.87) = 13.27 \text{ А}$$

- в мінімальному режимі споживання:

$$I_{p1cnТО-1.1} = 7,57 / (\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0,6) = 0,73 \text{ А}$$

- в мінімальному режимі генерації ($0,25I_p$):

$$I_{p1minТО-1.1} = 13.27 \cdot 0,25 = 3.32 \text{ А}$$

Відповідно до розрахунків обираємо: – для ТО-1.1 лічильник LZQJ-ХС (5А) трансформаторного включення з коефіцієнтом трансформації 15/5;

2. Струм вторинної обмотки: - в максимальному режимі генерація:

$$I_{2ТО-1.1} = 13.27 / (15/5) = 4.42 \text{ А}$$

- в мінімальному режимі споживання:

$$Ip2cnTO-1.1 = 0,73 / (15/5) = 0,24 \text{ A}$$

- в мінімальному режимі генерація:

$$I2 \text{ min} TO-1.1 = 3.32 / (15/5) = 1.11 \text{ A}$$

Згідно п.1.5.17 ПУЕ.2014 струм у вторинній обмотці трансформатора струму повинен складати не менше 20% номінального струму лічильника при максимальному навантаженні та не менше 1% - при мінімальному.

Генерація $TO-1.1: 1 \text{ A} < 4.42 \text{ A}; 0,05 \text{ A} < 0,33 \text{ A}$

Споживання $TO-1.1: 0,05 \text{ A} < Ip2cnTO1.1 \text{ } 0,05 \text{ A} < 0,24 \text{ A},$

Для інших точок обліку розрахунків ведеться аналогічно. Дані зводимо в таблицю 3.5

Умови виконуються, отже трансформатори струму та лічильники вибрані вірно.

Для визначення показників виробітку, споживання/купівлі, відпуску/продажу електроенергії використовуються наступні алгоритми

Формування даних комерційного обліку мікро ГЕС Вакулинці ТОВ «Гідроенергоресурс»:

1. Виробіток електроенергії мікро ГЕС Вакулинці ТОВ «Гідроенергоресурс»:

$$W_{\text{виробіток}} = W_{\text{віддача_TO-1.2}} + W_{\text{віддача_TO-1.3}} + W_{\text{віддача_TO1.4}} + W_{\text{віддача_TO-1.5}} + W_{\text{віддача_TO-1.6}}; \quad (3.2)$$

де: $W_{\text{виробіток}}$ – обсяг виробітку електроенергії;

Таблиця 3.5 - Перелік точок обліку

Тип групи ТКО	Місце встановлення	ТО					Лічильники				Вимірювальні трансформатори					
		Найменування	Показник обліку (виробіток, відпуск / продаж, споживання / купівлі)	Втрати		Рівень напруги, кВ	Тип обліку (технічний / розрахунковий)	Тип лічильника	Клас точності	Розрахунковий коефіцієнт	ТС			ТН		
				В лінії	В трансформаторі						Тип	Клас точності	Коефіцієнт трансформації	Тип	Клас точності	Коефіцієнт трансформації
I	КТП №657	ТО-1.1	відп.,пр. сп.,к.	Так	Так	10	Р	LZQJ-XC S5F6	0,5s	300	ТПЛ-10	0,5s	15/5	НТМИ-10 УЗ	0,5	10000/100
I	КТП №657 Г1	ТО-1.2	Виробіток	Ні	Ні	0,4	Р	LZQJ-XC S5F6	0,5s	20	TAC032	0,5	100/5	-	-	-
I	КТП №657 Г2	ТО-1.3	Виробіток	Ні	Ні	0,4	Р	LZQJ-XC S5F6	0,5s	20	TAC032	0,5	100/5	-	-	-
I	КТП №657 Г3	ТО-1.4	Виробіток	Ні	Ні	0,4	Р	LZQJ-XC S5F6	0,5s	20	TAC032	0,5	100/5	-	-	-
I	КТП №657 Г4	ТО-1.5	Виробіток	Ні	Ні	0,4	Р	LZQJ-XC S5F6	0,5s	20	TAC032	0,5	100/5	-	-	-
I	КТП №657 Г5	ТО-1.6	Виробіток	Ні	Ні	0,4	Р	LZQJ-XC S5F6	0,5s	20	TAC032	0,5	100/5	-	-	-
I	КТП №657 ЩВП	ТО-1.7	Споживання	Ні	Ні	0,4	Т	LZQJ-XC S5F6	0,5s	20	TAC032	0,5	100/5	-	-	-
I	КТП №658 ВРП	ТО-1.8	Споживання	Ні	Ні	0,4	Т	LZQJ-XC S5F6	0,5s	80	TAC032	0,5	400/5	-	-	-

$W_{\text{віддача_ТО-1.2...}} W_{\text{віддача_ТО-1.6}}$ – обсяг виробітку активної енергії за параметром "віддача" за показами лічильників ТО-1.2...ТО-1.6;

2. "Сальдо" перетоки електроенергії із ПАТ «ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО»:

2.1. Відпуск електроенергії в мережі ПАТ «ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО»:

$$W_{\text{віддача}} = W_{\text{віддача_ТО-1.1}} - W_{\text{втрати_ТО-1.1}}; \quad (3.3)$$

де: $W_{\text{віддача}}$ – обсяг відпуску електроенергії в мережі ПАТ «ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО»;

$W_{\text{віддача_ТО-1.1}}$ – обсяг відпуску активної енергії за параметром "віддача" лічильника електроенергії в ТО-1;

$W_{\text{втрати_ТО-1.1}}$ – обсяг втрат активної енергії на ділянці між ТО-1.1 та межею балансової належності.

2.2. Споживання електроенергії за недостатності чи відсутності виробітку електроенергії:

$$W_{\text{прийом}} = W_{\text{прийом_ТО-1}} + W_{\text{втрати_ТО}}; \quad (3.4)$$

де: $W_{\text{прийом_ТО-1}}$ – обсяг споживання електроенергії з мереж ПАТ «ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО»;

$W_{\text{втрати_ТО-1.1}}$ – обсяг втрат активної енергії на ділянці між ТО-1.1 та межею балансової належності.

2.3 "Сальдо" перетоки електроенергії:

$$W_{\text{сальдо}} = W_{\text{прийом}} - W_{\text{віддача}}; \quad (3.5)$$

де: $W_{\text{сальдо}}$ – обсяг "сальдо" перетоків електроенергії.

3. Продаж та купівля електроенергії:

3.1. За розрахункову годину:

якщо $W_{\text{сальдо}} < 0$, то: $W_{\text{продаж в ОРЕ}} = | W_{\text{сальдо}} |$

де: $W_{\text{продаж в ОРЕ}}$ – обсяг продажу електроенергії в ОРЕ;

якщо $W_{\text{сальдо}} > 0$, то: $W_{\text{продаж в ОРЕ}} = - | W_{\text{сальдо}} |$

3.2. За розрахунковий місяць:

якщо $W_{\text{сальдо}} < 0$, то: $W_{\text{продаж в ОРЕ}} = | W_{\text{сальдо}} |$

$W_{\text{купівля в БОЕ}} = 0$

де: $W_{\text{купівля в БОЕ}}$ – обсяг купівлі електроенергії в ПАТ «ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО»

якщо $W_{\text{сальдо}} > 0$, то: $W_{\text{продаж в ОРЕ}} = 0$

$W_{\text{купівля в БОЕ}} = W_{\text{сальдо}}$

3.3 Види забезпечення системи

Автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) складається з устаткування збору і обробки даних засобів обліку, каналів передачі інформації та пристроїв приймання, обробки, відображення інформації.

Метрологічне забезпечення системи виконане у відповідності до положень Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» № 1314-VII.

Перед введенням в експлуатацію АСКОВЕ проходить метрологічну повірку.

У процесі експлуатації АСКОВЕ піддається періодичному, позачерговому й іншому видам перевірок, обговорених у ДСТ 8.513-84.

Усі технічні засоби, що входять до складу АСКОВЕ, у процесі експлуатації піддаються періодичній перевірці з періодичністю, зазначеної в

їхній експлуатаційній документації. Засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), на які не поширюється дія Державного метрологічного контролю, підлягають калібруванню.

Вимірювальний канал витрат електричної енергії, що підлягає метрологічній повірці, формується з наступних засобів вимірювання, що випускаються серійно:

- вимірювальні трансформатори струму і напруги (ТС, ТН), їхні вторинні ланцюги (відповідно до ДСТ 7746-89, ДСТ 1983-89 і ПУЕ);
- багатофункціональні лічильники електричної енергії відповідно до ДСТ 30206-94(МЗК-687-92), ДСТ 26035-83 (у частині вимірювання реактивної енергії) і ТУ на відповідні лічильники;
- параметри ланцюгів інтерфейсів RS-485 на стику з лініями зв'язку повинні відповідати вимогам ДСТ 23675-79.

Трифазні багатофункціональні лічильники електричної енергії було обрано німецької компанії EMH metering GmbH & Co. KG тип - LZQJ-XC S5F6

Трансформатори струму 0,4 кВ було обрано італійського виробника FRER s.r.l. тип - TAC032

Трансформатори струму 10 кВ обрано українського виробника «Енергосфера» тип - ТПЛ-10

Трансформатор напруги було обрано Кентауского трансформаторного заводу тип - НТМИ-10 УЗ

GSM модем – Cinterion

GPRS модем – Novacom NEO 3G

Блок живлення - DR 30-12

В якості основного джерела точного часу використовуватиметься наступне:

Державний первинний еталон часу і частоти, який розташований в ННЦ “Інститут метрології ” Держспоживстандарту України (м. Харків) і доступний через NTP-сервер першого рівня за допомогою dial -up з’єднання (тел. (057)7003451) або через Internet (http://www.metrology.kharkov.ua/rus/umc_time/user_manual01.shtml).

В якості резервних джерел точного часу використовуватимуться наступні:

- вторинний еталон часу і частоти, який розташований в

Укрметртестстандарті (м. Київ), побудувавши на його базі NTP-сервер першого рівню і забезпечивши доступ до нього з боку суб’єктів ОРЕ України;

- вторинний еталон часу і частоти, який впроваджується в Дніпропетровському ЦСМ (м. Дніпро), побудувавши на його основі NTP-сервер першого рівню і забезпечивши доступ до нього з боку суб’єктів ОРЕ України.

В якості можливого основного джерела точного часу використовують NTP-сервера точного часу АСКОЕ ОРЕ відповідно до "Загальних технічних вимог до автоматизованої системи комерційного обліку Оптового ринку електричної енергії України. II. Система точного часу та підсистема забезпечення синхронності вимірювання Автоматизованої системи комерційного обліку Оптового ринку електричної енергії України" (Додаток 7(4) до ДЧОРЕ)";

Обробка та відображення інформації відбувається за допомогою програмного комплексу «ЕнергоЦентр» від "VIK SOFT". Система має наступні можливості:

дозволяє вести облік споживання енергоресурсів, за допомогою збору даних про параметри по кожній точці (групі) обліку з заданим періодом контролю (інтеграції);

- функціонує в автоматичному і ручному режимі, рисунок 3.4
 - зберігає параметри обліку в базі даних;
 - забезпечує багатотарифний облік споживання (відпуску) електроенергії (розбивка доби на тарифні зони);
 - забезпечує контроль дотримання лімітів енергоспоживання;
- дозволяє вести єдиний системний час з можливістю його коригування;

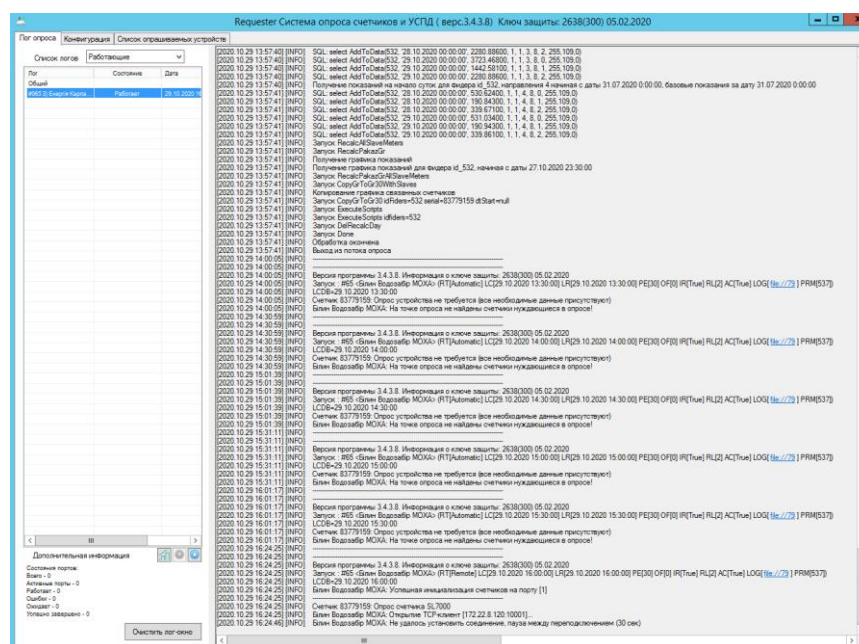


Рисунок 3.4 – Система опитування ТО

забезпечує відображення інформації про споживання енергоресурсів і моніторинг контрольованих систем на екранах комп'ютерів автоматизованих робочих місць (АРМ) в графічному вигляді і у вигляді таблиць, рисунок 3.5;

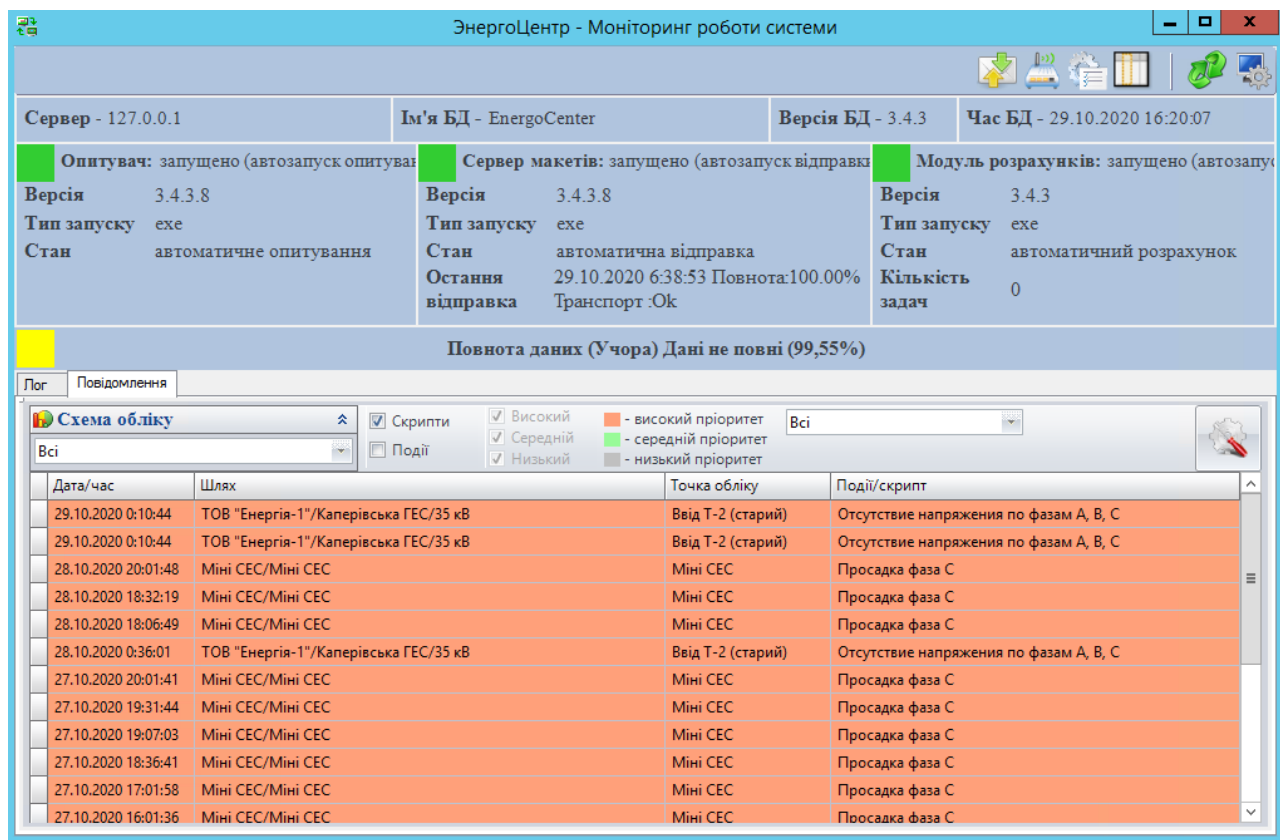


Рисунок 3.6 – Моніторинг роботи системи

- забезпечує взаємодію, обмін інформацією у вигляді узгоджених макетів з оператором системи розподілу, оператором системи передачі України, рисунок 3.7 .

Як результат роботи системи - знижується трудомісткість і вартість робіт зі збору, передачі, обробці та документування інформації; підвищується швидкість обробки інформації; досягається повнота, достовірність та оперативність інформації про різні параметри відпускається і прийнятої електроенергії; оптимізуються режими електроспоживання на основі аналізу отриманих даних; знижуються комерційні втрати електроенергії.

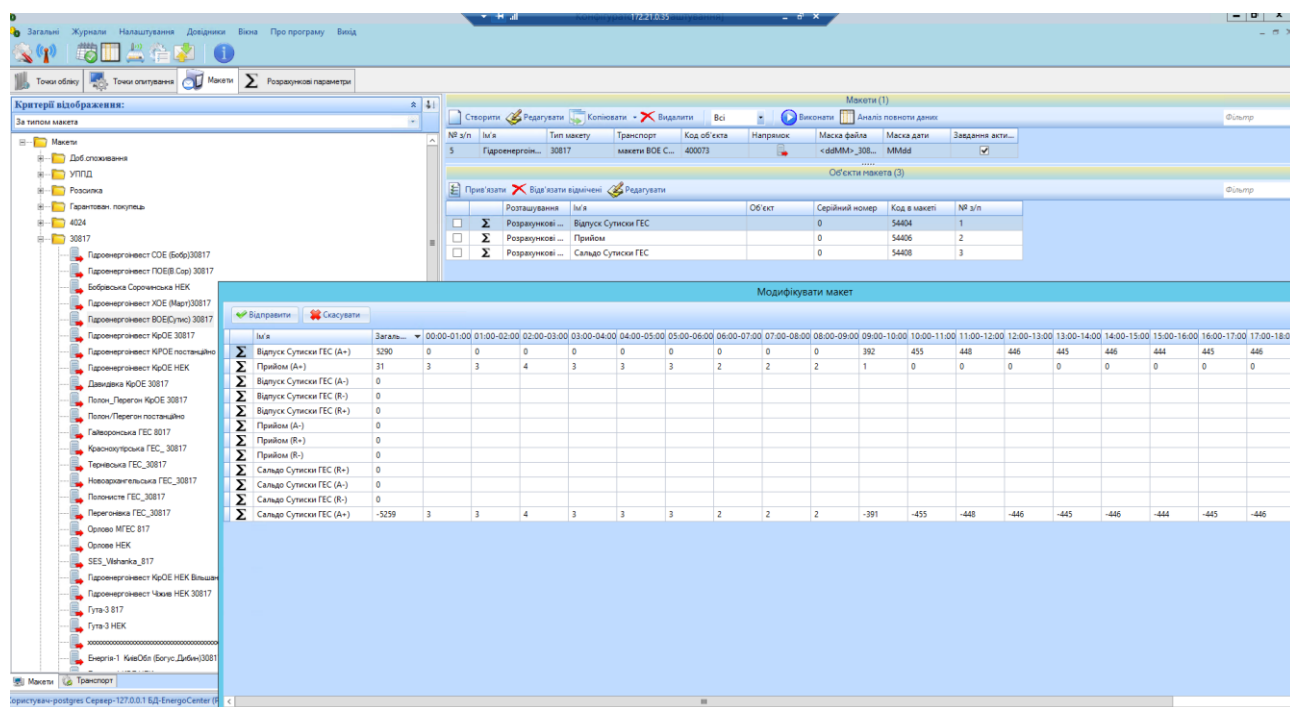


Рисунок 3.7 – Конфігуратор макетів

Висновки:

1. Розглянуто основні технічні рішення при реалізації системи контролю та обліку електроенергії з комбінованим електропостачанням.
2. Визначено методи підвищення точності ведення обліку електричної енергії, скорочення часу збору та обробки даних, прийняття управлінських рішень, проведення автоматичних розрахунків за отримані та відпущені обсяги електричної енергії.
3. Проведені розрахунки, для вибору трансформаторів струму для двох направлених лічильників та вибрані лічильники електричної енергії, які відповідають вимогам ПУЕ та ККО, програмне забезпечення та інші необхідні компоненти для побудови системи контролю та обліку електроенергії для ТОВ «Гідра» з системою комбінованого електропостачання.

4 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ РОЗУМНОГО ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ «AutoActiv R»

Ідеєю розробки стартап - проекту є розробка модулю програмного забезпечення «AutoActiv R» та модернізація наявної системи холодо та тепlopостачання «Чилер-фанкойл»

В умовах лібералізованого ринку електричної енергії, головна мета якого— підвищення ефективності на ринку електричної енергії через конкуренцію, у споживачів електричної енергії виникає необхідність точного прогнозування обсягів споживання електричної енергії. В цьому їм дуже допомагає можливість моніторингу та аналізу, споживання , які дозволяє здійснювати автоматизована система комерційного обліку електроенергії. Але через, як правило, складні технологічні процеси , зміни у цих процесах(наприклад температура навколишнього середовища тощо) доволі часто неможливо точно спрогнозувати обсяги споживання електричної енергії. Тоді доводиться здійснювати регулювання електроспоживання підприємства , для цього необхідна наявність таких струмоприймачів, які можна відключити чи включити в інтервали часу , коли обсяги споживання відрізняються від прогнозованих обсягів. Саме цю необхідність я вирішив автоматизувати, тому що підвищення ефективності режимів споживання електричної енергії в системі електропостачання може бути досягнуте шляхом впровадження систем інтелектуального контролю за дотриманням встановлених графіків електроспоживання на основі гнучкості технологічного процесу та режиму роботи певного обладнання.

Щоб виконувати функції оптимізації графіка навантаження ,з метою мінімізації власних витрат на електроенергією – потрібно мати струмоприймачі-регулятори, які можливо в певний час відключати чи включати , для цього я пропоную модернізацію наявної системи або ж закладення в проект холодо та

теплопостачання «Чилер-фанкойл» додаткових баків-накопичувачів , для збільшення об'єму теплоносія .

На рисунку 4.1 показано схему системи холодопостачання з водоохолоджуючим чилером та сухими градирнями

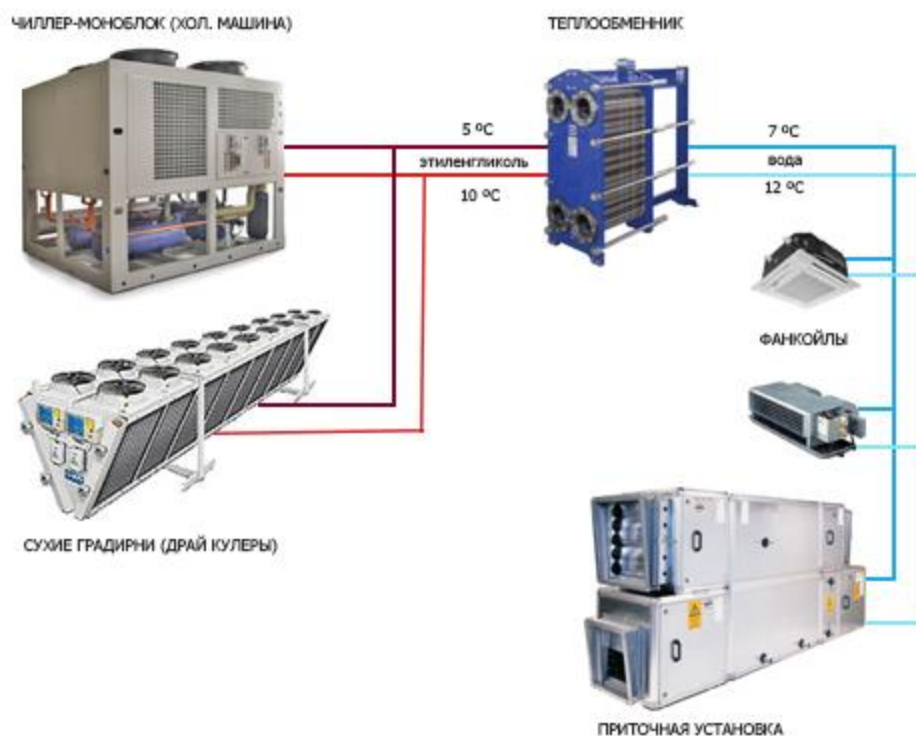


Рисунок 4.1 - Схема системи холодопостачання Чилер-фанкойл з водоохолоджуючим чилером та сухими градирнями

Чиллер - це холодильний агрегат, який застосовується для охолодження і нагрівання рідких теплоносіїв в центральних системах кондиціонування, в якості яких можуть виступати припливні установки або фанкойли. В основному чиллер для охолодження води використовують на виробництві - охолоджують різне обладнання. У води краще характеристики в порівнянні з сумішшю гліколю, тому робота на воді більш ефективна. Баки-акумулятори як правило

використовуються в системах холодопостачання для згладжування температурних перепадів тепло / холодоносія для того, щоб він з постійною температурою надходив по гідравлічному контуру до фанкойлів чи інших споживачів. Баки-акумулятори поставляються в вертикальному або горизонтальному виконанні. Залежно від особливостей місця установки вони можуть закопуватися в землю або встановлюватися в підвальних приміщеннях. На рисунку 4.2 показано структурну схему системи холодопостачання з баком-накопичувачем.

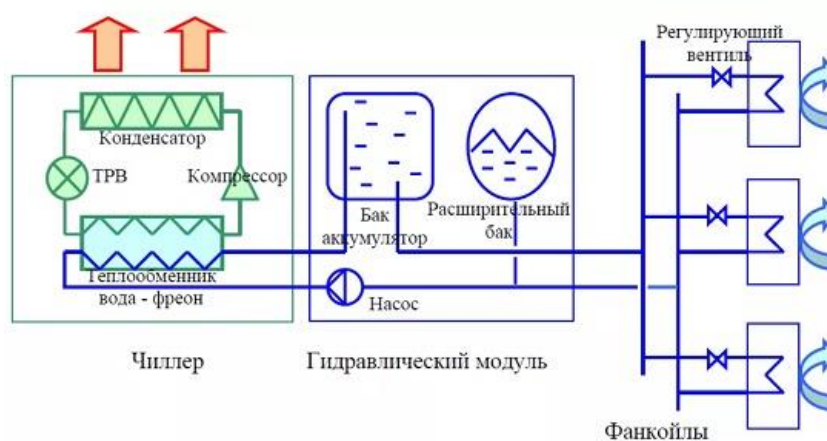


Рисунок 4.2 - Схема системи холодопостачання Чилер-фанкойл з баком-накопичувачем

Об'єм баків-накопичувачі потрібно розраховувати з урахуванням місцезнаходження системи, наявного вільного простору та системи холодо та теплопостачання в цілому (потужність чилерів, циркуляційних насосів). Баки-накопичувачі повинні бути гарно теплоізовані, щоб мінімізувати тепловтрати. Збільшення об'єму теплоносія дозволить відключати в певні інтервали часу холодильну машину, без перерви холодо чи теплопостачання об'єкту, коли це потрібно, а також накопичувати енергію, коли це фінансово вигідно за тарифами електропостачальника.

На рисунку 4.3 показано місячний графік добового споживання

електроенергії за період 01.08.2020р. – 31.08.2020р підприємства

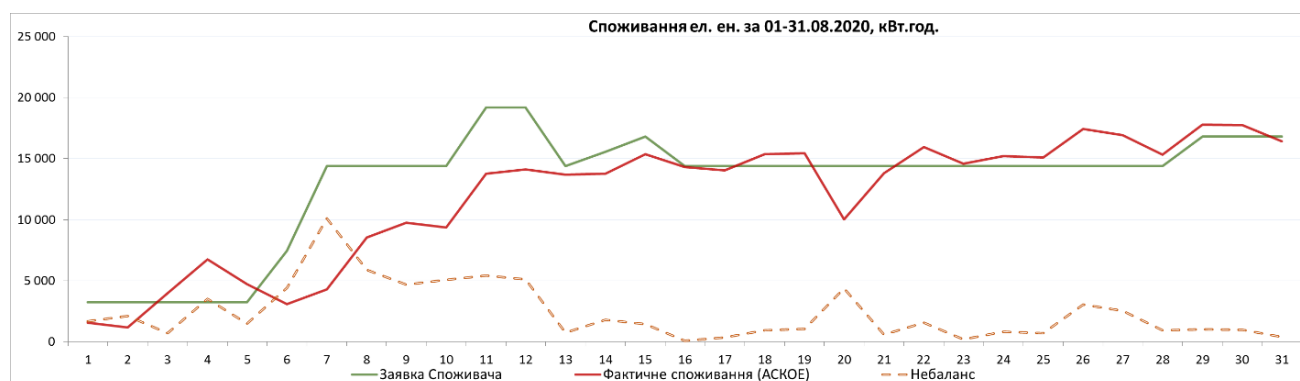


Рисунок 4.3 - Графік добового споживання електроенергії за період 01.08.2020р. – 31.08.2020р

Як видно з графіку протягом місяця майже завжди є небаланси. На рисунку 4.4 показано добовий графік споживання з максимальним обсягом небалансів у серпні.



Рисунок 4.4 - Графік споживання за 07.08.2020р. – доба з максимальним обсягом небалансів

Споживання, група А (кВт·год)

Заявка - 404 050 кВт·год

Споживання - 369 093 кВт·год

Відхилення - 34 757 кВт·год

Небаланси, група А (кВт·год)

Профіцит - 59 886 кВт·год

Дефіцит - 25 129 кВт·год

Всього - 85 015 кВт·год

Розрахунок ціни електричної енергії для споживача відбувається наступним чином:

1. Обчислення вартості електроенергії купленої на Ринку на добу наперед (РДН):

$$\text{Ціна РДН} \cdot \text{Заявлений обсяг} = \text{Вартість РДН}$$

2. Визначення обсягу небалансів:

$$\text{Заявлений обсяг} - \text{Фактично спожитий (АСКОЕ)} = \text{Обсяг Небалансів}$$

3. Вартість небалансів:

$$\text{Обсяг Небалансів} \cdot \text{Ціна Небалансів} = \text{Вартість Небалансів}$$

4. Вартість електроенергії:

$$\begin{aligned} &\text{Вартість РДН} + \text{Вартість Небалансів} + \text{Комісія Біржі} + \\ &+ \text{Маржа Постачальника} = \text{Вартість Електроенергії} \end{aligned}$$

Ціна на електричну енергію групи А (АСКОЕ), що була поставлена у серпні 2020 року – 1,41 135 грн/кВт·год та складається з наступних складових, які показано в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 - Структура вартості електричної енергії

Найменування	грн/кВт ·год	%
Ціна РДН, грн/кВт·год.	1,28987	95,20
Комісія біржі, грн/кВт·год.	0,00202	0,15
Втрати на небалансах, грн/кВт·год.	0,09724	7,18
Маржа постачальника, 1,6%,	0,02223	1,64
Всього, грн/кВт·год	1,41135	100

Обсяг спожитої електроенергії - 369 293 кВт· год

Загальна вартість - 521 201,67 грн

Обсяги небалансів за місяць представлено в таблиці 4.2

Ціна Небалансів у серпні в грн/МВт·год представлена в таблиці 4.3

Загальні втрати на небалансах за період становлять – 37422,27 грн.

Ці кошти є можливість економити, якщо обсяги споживання будуть відповідати прогнозованим обсягам.

Таблиця 4.2 - Обсяги небалансів

																									За добу			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Загальний	Дефіцит	Профіцит
1	-7	-14	-19	-18	-20	-19	-20	-59	24	10	-88	-120	-65	-115	-69	-69	-98	-109	-109	-159	-173	-173	-123	-75	0	-1 689	34	-1 723
2	-23	-24	-27	-27	-27	-27	-27	-76	-75	-75	-122	-173	-173	-164	-115	-122	-96	-109	-109	-114	-106	-113	-89	-73	0	-2 084	0	-2 084
3	-23	-24	-25	-25	-27	-27	-27	-68	-2	22	-27	-98	-33	-32	2	147	140	156	135	129	120	101	92	105	0	711	1 148	-437
4	152	150	147	149	147	148	147	100	112	198	141	95	156	148	140	157	135	169	84	73	171	165	213	208	0	3 505	3 505	0
5	154	152	151	150	152	153	151	108	119	107	81	-8	-8	-2	-2	-24	-19	-14	25	34	27	8	-7	-5	0	1 481	1 570	-88
6	7	8	5	3	4	5	1	-46	4	-45	-144	-179	-280	-367	-327	-337	-329	-356	-336	-332	-316	-337	-349	-343	0	-4 389	36	-4 425
7	-431	-467	-438	-455	-461	-477	-499	-597	-545	-455	-489	-490	-487	-436	-461	-456	-417	-366	-320	-296	-293	-239	-264	-275	0	-10 114	0	-10 114
8	-335	-329	-329	-274	-207	-216	-212	-321	-311	-300	-303	-258	-283	-288	-276	-243	-228	-233	-244	-150	-149	-118	-123	-143	0	-5 875	0	-5 875
9	-140	-140	-146	-144	-140	-145	-149	-235	-246	-237	-241	-247	-228	-259	-254	-239	-242	-251	-242	-143	-136	-142	-150	-163	0	-4 661	0	-4 661
10	-171	-160	-151	-172	-176	-191	-229	-385	-424	-384	-267	-176	-273	-357	-318	-299	-268	-271	-165	-38	-67	-59	-46	-1	0	-5 049	0	-5 049
11	-289	-337	-319	-231	-281	-271	-267	-269	-234	-197	-228	-238	-229	-194	-203	-232	-246	-166	-225	-183	-215	-126	-108	-129	0	-5 418	0	-5 418
12	-147	-139	-123	-128	-157	-172	-165	-211	-211	-148	-108	-134	-198	-257	-260	-242	-315	-229	-175	-255	-265	-336	-359	-355	0	-5 090	0	-5 090
13	-136	-120	-82	-83	-69	-33	-91	-156	-132	-190	-55	-41	5	30	-44	-62	116	121	114	87	8	18	-12	77	0	-730	576	-1 307
14	141	133	46	-37	-97	-121	-129	-193	-167	-171	-192	-122	-135	-78	-62	-119	-191	-63	-93	-102	-103	-4	21	51	0	-1 789	392	-2 181
15	-125	-54	-67	-87	-125	-130	-144	-152	-171	-128	-20	55	15	7	-38	-51	2	13	-13	-58	-21	-5	-58	-96	0	-1 451	92	-1 543
16	3	8	1	-33	-109	-118	-115	-129	-119	26	42	39	49	98	89	61	107	106	62	-27	17	-28	-50	-59	0	-80	709	-789
17	-60	-57	-54	-48	-46	-47	-73	-37	-22	-48	-46	-38	-10	44	93	24	9	14	26	-44	-23	-1	41	54	0	-350	305	-655
18	43	57	58	47	45	50	57	49	39	-5	-29	105	161	57	111	0	-1	42	53	81	11	-26	-19	-39	0	946	1 067	-120
19	-36	-11	-7	-3	-20	-48	-23	-19	-10	50	80	90	136	155	154	84	105	62	15	43	48	71	80	61	0	1 055	1 232	-177
20	2	-54	-55	-65	-57	-46	-26	-6	-498	-570	-515	-477	-430	-301	-230	-212	-208	-163	-124	-100	-105	-49	-30	-55	0	-4 376	2	-4 378
21	-109	-64	-85	-114	-157	-159	-151	-152	-210	-127	-38	35	22	42	30	90	131	90	22	43	90	42	60	72	0	-598	768	-1 366
22	40	40	44	53	38	44	44	38	61	51	153	197	105	88	89	65	53	58	55	41	64	60	45	33	0	1 558	1 558	0
23	-5	-29	-36	-39	-42	-37	-10	-32	-6	27	23	103	67	63	64	40	61	54	-28	-76	-43	-27	18	61	0	171	581	-411
24	-8	25	42	52	66	50	56	39	119	125	84	31	5	26	39	22	21	18	15	-10	21	16	-5	-34	0	813	870	-57
25	-37	-30	-42	-64	-66	-42	-53	-49	11	40	86	134	147	96	66	71	20	34	51	37	45	37	90	107	0	688	1 072	-384
26	46	24	17	17	29	23	22	23	84	202	216	208	155	198	154	115	149	131	237	278	248	158	134	181	0	3 049	3 049	0
27	161	110	85	90	88	77	78	65	115	251	278	220	187	89	105	167	67	-1	2	89	73	89	44	-8	0	2 519	2 528	-9
28	-73	-63	-32	35	45	47	-72	-58	-20	26	45	93	44	196	197	188	206	141	-114	-18	-13	18	40	59	0	918	1 380	-462
29	20	-31	33	51	57	58	46	69	79	133	39	-47	66	-16	91	33	180	73	6	-28	-24	34	32	40	0	993	1 138	-146
30	41	51	65	56	56	41	34	27	44	97	55	51	37	52	63	67	75	52	32	-83	-67	49	67	4	0	965	1 116	-151
31	-52	-37	-28	-37	-38	-36	-8	-34	-21	-9	54	25	-13	52	82	70	116	-6	-92	-65	-44	-85	-91	-91	0	-385	400	-785
																							За місяць		-34 757	25 129	-59 886	

Таблиця 4.3 - Ціна небалансів

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	за добу	
1	955,59	904,99	903,00	903,00	903,00	903,00	903,00	1 150,00	1 600,00	1 009,67	1 150,00	1 150,00	1 150,00	1 150,00	1 027,81	1 140,00	1 140,00	933,00	650,00	600,00	600,00	600,00	650,00	903,00	0,00	1 041,34	
2	950,00	937,99	950,00	920,00	902,99	902,99	902,99	1 019,34	1 649,98	954,99	964,53	964,53	964,53	964,53	955,00	955,00	964,53	597,07	597,08	570,00	570,00	597,08	597,07	900,00	0,00	806,92	
3	958,37	937,00	958,37	937,00	903,00	937,00	959,11	1 598,00	1 649,98	1 649,98	1 649,98	1 649,98	1 649,98	1 649,98	1 649,98	1 649,98	1 649,98	1 598,00	597,08	597,08	597,08	597,08	972,14	900,00	0,00	1 192,16	
4	986,84	957,36	984,15	958,00	952,79	957,36	957,36	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 049,99	597,08	597,08	597,08	597,08	597,08	900,00	0,00	1 183,64	
5	958,00	936,99	958,00	958,00	903,00	936,99	936,99	1 150,00	1 155,00	1 500,00	1 648,99	1 550,00	1 175,00	1 155,00	1 648,99	1 649,00	1 175,00	1 039,72	990,99	990,99	990,99	1 048,00	1 135,00	900,00	0,00	1 148,8	
6	980,00	958,82	958,82	958,82	958,82	958,82	958,82	1 175,00	1 645,00	1 648,98	1 648,98	1 648,98	1 648,98	1 648,98	1 648,98	1 648,98	1 648,98	1 150,00	990,99	990,99	990,99	990,99	1 135,00	980,00	0,00	1 325,67	
7	1 099,99	957,30	957,30	957,30	957,30	957,30	1 099,99	1 644,00	1 644,00	1 644,00	1 644,00	1 644,00	1 644,00	1 644,00	1 644,00	1 644,00	1 644,00	1 644,00	1 175,00	1 155,00	1 175,00	1 630,00	1 635,00	1 099,99	0,00	1 420,53	
8	1 100,00	1 100,00	1 100,00	1 100,00	1 100,00	1 100,00	1 100,00	1 648,00	1 650,00	1 642,00	1 642,00	1 642,00	1 642,00	1 642,00	1 642,00	1 642,00	1 642,00	1 642,00	1 630,00	1 630,00	1 630,00	1 649,00	1 630,00	1 100,00	0,00	1 490,92	
9	1 098,00	1 098,00	1 098,00	1 098,00	1 098,00	1 098,00	1 097,90	1 647,00	1 647,00	1 647,00	1 647,00	1 647,00	1 647,00	1 643,46	1 647,00	1 644,43	1 647,00	1 630,00	1 625,00	1 625,00	1 630,00	1 630,00	1 630,00	1 098,00	0,00	1 459,84	
10	959,12	959,12	959,12	959,12	959,12	959,12	998,00	1 300,00	1 600,00	1 584,00	1 600,00	1 587,55	1 584,00	1 584,00	1 584,00	1 584,00	1 600,00	1 600,00	1 584,00	1 584,00	1 587,55	1 600,00	1 630,00	1 094,00	0,00	1 380,86	
11	959,12	945,00	945,00	945,00	945,00	945,00	945,00	1 035,00	1 035,00	1 035,00	1 035,00	1 035,00	1 035,00	1 035,00	1 035,00	1 035,00	1 035,00	1 035,00	1 600,38	1 600,38	1 600,38	1 624,43	1 630,00	959,12	0,00	1 139,88	
12	934,00	903,00	900,00	900,00	899,50	900,00	934,00	1 135,00	1 135,00	1 135,00	1 135,00	1 135,00	1 135,00	1 135,00	1 135,00	1 135,00	1 570,00	1 570,00	1 135,00	1 613,46	1 600,38	1 600,38	1 624,43	1 598,00	934,00	0,00	1 175,33
13	934,00	934,00	934,00	934,00	934,00	934,00	959,11	998,18	1 009,67	1 150,00	1 150,00	1 050,00	1 150,00	1 150,00	1 150,00	1 150,00	1 150,00	995,00	1 145,00	1 129,00	1 600,00	1 050,00	1 017,00	934,00	0,00	1 045,59	
14	959,11	933,00	932,00	932,00	932,00	932,00	959,11	1 149,99	1 149,99	1 149,99	1 149,99	1 149,99	1 149,99	1 149,99	1 149,99	1 299,00	1 299,00	1 149,99	1 324,43	1 300,38	1 300,38	1 300,38	1 400,99	950,00	0,00	1 134,40	
15	1 050,00	959,12	959,12	959,12	959,12	959,00	959,00	1 295,00	1 150,00	1 148,00	1 148,00	1 034,99	1 148,00	1 148,00	1 148,00	1 148,00	1 148,00	1 148,00	1 151,00	1 150,00	1 150,00	1 150,00	1 150,00	959,12	0,00	1 092,91	
16	1 050,00	959,00	959,00	958,50	956,00	956,00	958,50	1 295,00	1 150,00	1 145,00	1 145,00	1 145,00	1 145,00	1 145,00	1 145,00	1 145,00	1 145,00	1 145,00	1 150,00	1 150,00	1 299,00	1 299,00	1 150,00	1 050,00	0,00	1 113,68	
17	1 100,00	959,12	959,12	959,12	959,12	959,12	959,12	1 150,00	1 150,00	1 149,50	1 149,50	1 149,50	1 149,50	1 149,50	1 149,50	1 149,50	1 149,50	1 150,00	1 297,00	1 250,00	1 299,00	1 290,00	1 299,00	1 100,00	0,00	1 130,46	
18	1 099,97	959,12	959,12	959,05	959,12	959,12	959,12	1 298,00	1 298,00	1 298,00	1 150,00	1 150,00	1 150,00	1 150,00	1 151,00	1 150,00	1 150,00	1 150,00	1 349,00	1 349,00	1 349,00	1 349,00	1 349,00	1 100,00	0,00	1 155,80	
19	1 100,00	1 100,00	1 100,00	1 100,00	1 100,00	1 100,00	1 100,00	1 380,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 370,00	1 450,00	1 650,00	1 650,00	1 550,32	1 100,00	0,00	1 447,89	
20	1 150,00	1 120,00	1 120,00	1 100,00	1 100,00	1 120,00	1 150,00	1 644,99	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 649,00	1 650,00	1 650,00	1 650,00	1 650,00	1 650,00	1 150,00	0,00	1 417,52	
21	1 150,00	1 090,00	1 090,00	1 069,00	1 090,00	1 100,00	1 150,00	1 649,00	1 639,00	1 615,00	1 615,00	1 615,00	1 615,00	1 615,00	1 620,00	1 620,00	1 620,00	1 620,00	1 650,00	1 650,00	1 650,00	1 650,00	1 650,00	1 150,00	0,00	1 479,21	
22	1 100,00	1 055,00	1 085,00	1 055,00	984,20	984,20	1 055,00	1 499,99	1 379,99	1 379,99	1 379,99	1 379,99	1 379,99	1 379,99	1 350,00	1 348,00	1 348,00	1 348,00	1 525,25	1 148,00	1 298,00	1 349,00	1 000,00	924,00	0,00	1 243,68	
23	984,20	959,00	959,00	959,00	959,00	959,00	959,00	1 376,00	1 347,00	1 295,00	1 297,00	1 297,00	1 297,00	1 297,00	1 249,99	1 249,99	1 297,00	1 297,99	1 297,99	1 250,00	1 445,00	1 349,00	1 001,00	1 085,00	0,00	1 189,95	
24	1 085,00	984,20	984,20	984,20	984,20	984,20	950,00	1 355,00	1 350,00	1 284,00	1 295,00	1 295,00	1 295,00	1 295,00	1 295,00	1 295,00	1 301,54	1 499,00	1 594,99	1 230,00	1 450,00	1 349,00	1 198,00	1 085,00	0,00	1 225,54	
25	984,20	946,00	946,00	946,00	946,00	950,00	984,20	1 344,00	1 350,00	1 363,00	1 284,00	1 284,00	1 498,00	1 498,00	1 300,00	1 283,00	1 498,00	1 498,00	1 594,00	1 250,00	1 594,00	1 349,00	1 594,00	1 085,00	0,00	1 280,28	
26	1 097,00	1 100,00	1 100,00	1 099,97	1 097,00	983,00	1 097,00	1 324,00	1 552,54	1 593,00	1 593,00	1 593,00	1 593,00	1 593,00	1 593,00	1 593,00	1 593,00	1 592,00	1 603,00	1 645,00	1 649,99	1 594,00	1 670,00	1 083,00	0,00	1 439,86	
27	1 000,00	1 100,00	1 099,97	1 099,97	1 099,00	1 038,00	1 100,00	1 350,00	1 347,00	1 591,99	1 591,99	1 591,99	1 591,99	1 591,99	1 591,99	1 591,99	1 591,99	1 591,99	1 602,00	1 569,00	1 649,00	1 569,00	1 569,00	1 096,00	0,00	1 405,45	
28	1 097,00	1 100,00	1 100,00	1 100,00	1 099,97	1 097,00	1 145,00	1 647,00	1 647,00	1 647,00	1 647,00	1 647,00	1 647,00	1 647,00	1 647,00	1 647,00	1 647,00	1 647,00	1 598,00	1 670,00	1 670,00	1 648,00	1 670,00	1 145,00	0,00	1 481,92	
29	1 150,00	1 120,00	1 120,00	1 120,00	1 120,00	1 110,00	1 144,00	1 648,00	1 583,00	1 578,00	1 350,00	1 340,00	1 350,00	1 340,00	1 350,00	1 350,00	1 340,00	1 578,00	1 584,00	1 670,00	1 625,00	1 670,00	1 350,00	1 143,00	0,00	1 364,27	
30	1 190,00	1 150,00	1 150,00	1 119,00	1 110,00	1 100,00	1 138,00	1 648,00	1 507,00	1 420,20	1 500,00	1 300,00	1 507,00	1 300,00	1 507,00	1 507,00	1 507,00	1 578,00	1 581,00	1 615,00	1 695,00	1 503,00	1 243,00	1 139,00	0,00	1 372,13	
31	1 165,80	1 150,00	1 148,00	1 148,00	1 148,00	1 148,00	1 190,00	1 659,00	1 690,00	1 689,00	1 628,00	1 628,00	1 628,00	1 628,00	1 629,00	1 689,00	1 697,00	1 697,00	1 593,00	1 754,00	1 710,00	1 670,00	1 697,00	1 190,00	0,00		
	Середньозважена																						1 289,87				

4.1 Опис ідеї стартап – проекту

Проектом даного стартапу є модуль програмного забезпечення, який у поєднанні з наявною системою АСКОЕ забезпечить енергоспоживання за ідеальною нормою, що здійснює управління режимом роботи електрообладнання у моєму випадку - системи холодо та теплопостачання «Чилер-фанкойл» , але з можливістю інтеграції в системи електропостачання з іншими струмоприймачами, які будуть відключатися з урахуванням визначеної кількості спожитої електроенергії на підприємствах.

Основною метою застосування даного модуля є мінімізація вартості оплати клієнта за спожиті енергоресурси у відповідь на різні ціни на електроенергію. На рисунку 4.5 показано можливий графік роботи комплексу

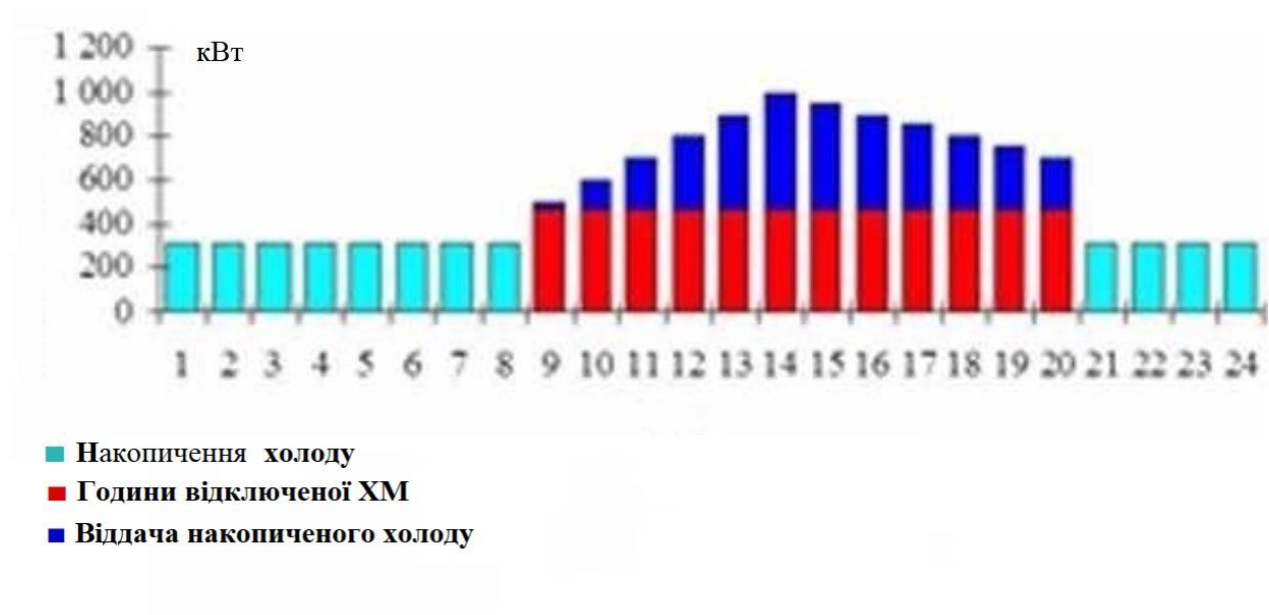


Рисунок 4.5 - Графік роботи комплексу

Даний модуль здійснюватиме регулювання споживанням електричної енергії обладнання за таким алгоритмом:

- 1) Завантаження прогнозованого графіка навантаження у базу даних в XML-форматі;
- 2) Опитування лічильників та запис інформації у базу даних
- 3) Порівняння вхідної інформації з лічильника електроенергії про обсяги спожитої електроенергії та закладеним графіком споживання ;
- 4) Визначенням різниці між цими даними;
- 5) Якщо обсяг споживання перевищує прогнозований та температура холодоносія у дозволених межах для зупинки ХМ – відключає ХМ
- 6) Якщо обсяг споживання менший прогнозованого - запускає ХМ та працює по своєму алгоритму .

Періодичність опитування лічильників та запуску алгоритму задається оператором з урахуванням характеристик системи, в яку буде інтегровано дане ПЗ.

Для кращого , візуального уявлення принципу роботи розглянемо рисунок 4.6, де показано алгоритм роботи «AutoActiv R».

В даному випадку пропонується використання цього модулю з таким споживачем-регулятором – холодильна машина (ХМ) , яка є складовою частиною системи холодопостачання Чилер-фанкойл.

Але це не єдиний можливий варіант. Також пропоную застосовувати даний модуль і в інших системах , для цього передбачається можливість самостійного вводу необхідних параметрів і контролю їх величин. Наприклад модуль можна також використовувати для покращення (щоб він максимально близько відповідав прогнозованому графіку, який подається на

ринок доба наперед, РДР) графіка навантаження генеруючих установок. Для цього у якості споживача-регулятора пропоную використовувати акумуляторні батареї, які будуть заряджатися в години, коли обсяг виробітку буде перевищувати прогнозований, а розряджатися – відпускати накопичену електроенергію в ОСР , коли це буде економічно вигідно.

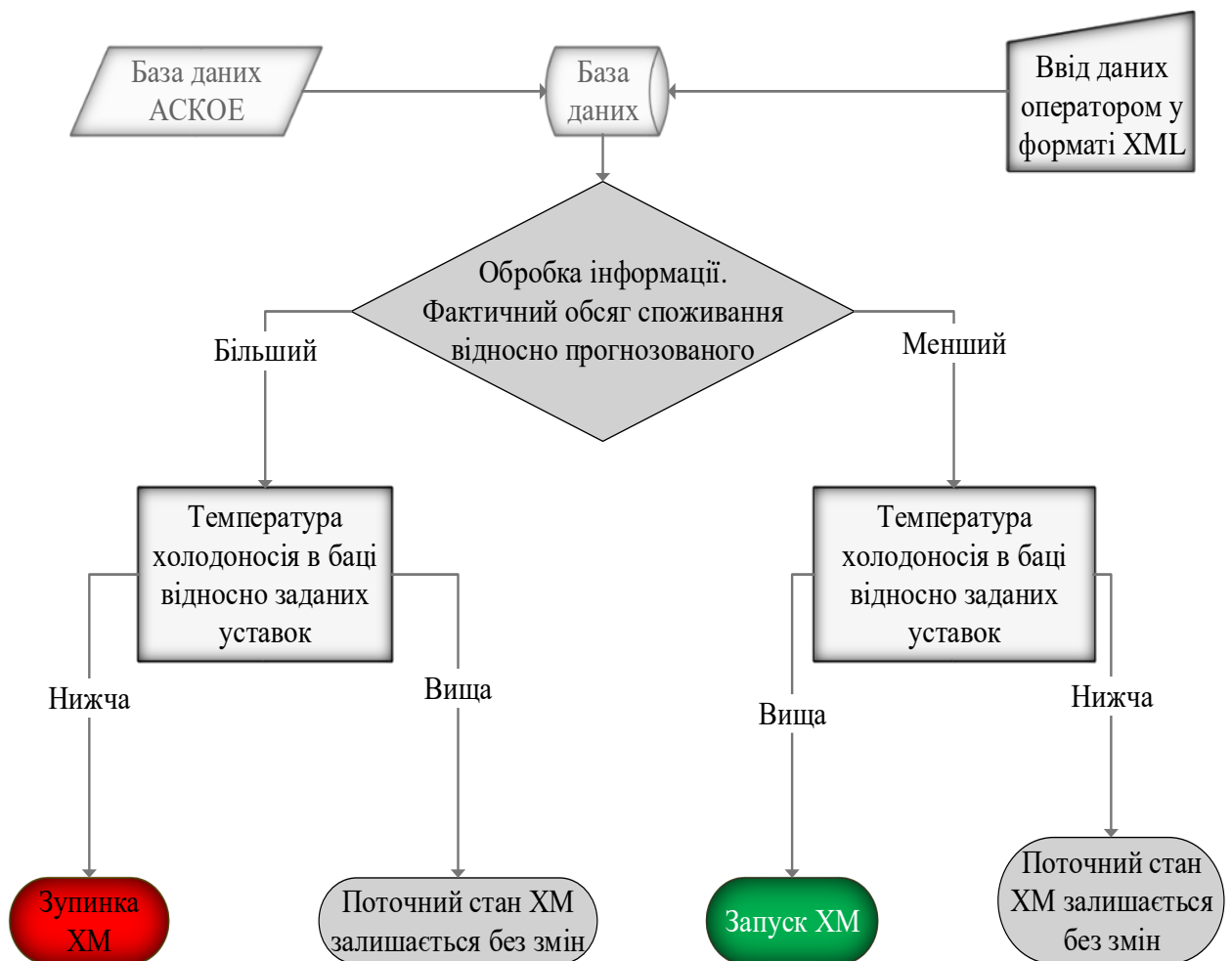


Рисунок 4.6 - алгоритм роботи «AutoActiv R»

На даний момент в Україні відсутні аналогічні проекти з встановленим даним програмним забезпеченням і модернізованою системою холодо та теплопостачання, відповідно, відсутня конкуренція. Впровадження даного програмного забезпечення та модернізація систем холодо та теплопостачання надасть можливість економити на купівлі електроенергії по найвигіднішим тарифам. А застосування даного програмного модуля на електрогенеруючих станціях та встановлення відносно невеликих за ємністю акумуляторних батарей дозволить мінімізувати фінансові втрати від штрафних санкцій у разі, якщо фактичний відпуск буде перевищувати прогнозований. Також можливі й інші об'єкти, де можливо буде інтегрувати дане ПЗ, список необмежений.

Розглянемо таблицю 4.4, де зазначено зміст ідеї та напрямки застосування та вигода для споживача.

Таблиця 4.4 - Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигода для користувача
<p>Розробка модулю програмного забезпечення «AutoActiv R» для інтеграції систему АСКОВЕ</p> <p>Модернізація наявної системи холодо та тепlopостачання «Чілер-фанкойл».</p>	<p>Великі та середні промислові підприємства</p>	<p>Зменшення фінансових витрат на купівлю електроенергії, оптимізація графіка навантаження</p>
	<p>Побутові споживачі – у майбутньому</p>	<p>Зменшення фінансових витрат на купівлю електроенергії, оптимізація графіка навантаження</p>
	<p>Бізнес-центри та торгівельні центри</p>	<p>Зменшення фінансових витрат на купівлю електроенергії, оптимізація графіка навантаження</p>
	<p>Електрогенеруючі компанії</p>	<p>Зменшення фінансових витрат від неточного прогнозування виробітку СЕС , ГЕС, ВЕС , коли фактичний виробіток перевищує прогнозований</p>

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Для проведення технологічного аудиту проаналізуємо таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Можливість та аналіз реалізації етапів стартап-проекту

Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій авторам проекту
<p>Розробка модулю програмного забезпечення «AutoActiv R» для інтеграції систему АСКОВ</p> <p>Модернізація наявної системи холодо та тепlopостачання «Чілер-фанкойл».</p>	Встановлення АСКОВ для подальшої інтеграції «AutoActiv R» для роботи системи по заданому алгоритму	Існує	Доступні
	Аналіз наявної АСКОВ для поєднання з «AutoActiv R» для роботи системи по заданому алгоритму	Наявна	Доступні
	Створення програмного забезпечення мовою програмування JavaScript та C++	Немає у наявності ПЗ, доступність мов програмування	Великий вибір ІТ-спеціалістів для реалізації програмного забезпечення
	Модернізація об'єкту з наявною системою холодо тепlopостачання, шляхом встановлення баків-накопичувачів	Наявна	Доступні

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Можливість встановлення ринкових загроз, що можуть не давати здійснити реалізацію проекту та визначення відповідних можливостей в цілому, які будуть використані для впровадження та модернізації проекту, необхідні для планування напрямків розвитку стартап-проекту з врахуванням факторів впливу та ринкового середовища, а також визначення потенційних клієнтів на встановлений продукт та пропозиції які можуть надати конкуренти, вказано в таблиці 4.6, 4.7.

Таблиця 4.6 – Фактори загроз

Фактор загрози	Зміст загрози	Вплив на компанію
Можливий невеликий попит у використанні.	При використанні ПЗ можливі деякі не доопрацювання в зв'язку з невеликим терміном використання.	Розповсюдження продукції за досить привабливими цінами, проведення необхідних робіт з доопрацювання системи ПЗ.

Продовження таблиці 4.6

<p>Появлення на ринку впровадження ПЗ конкуренції</p>	<p>Входження на ринок продукції ПЗ конкурентів зумовлює перетік клієнтів шляхом використання продукції інших компаній та спричинить втрату значних фінансових коштів</p>	<p>Створення сприятливих умов для використання ПЗ в компанії, залучення інвестицій для розвитку компанії та модернізація маркетингової діяльності.</p>
<p>Недовіра зі сторони клієнтів новому ПЗ</p>	<p>Через можливі «хакерські атаки» у покупців дана продукція ПЗ може викликати недовіру.</p>	<p>Надання можливості впровадження ПЗ на об'єктах за привабливими цінами, та інформування споживачів способи захисту від «хакерських атак»</p>

Таблиця 4.7 – Фактори можливостей

№	Фактори можливостей	Зміст можливості	Реакція компанії
1	Монополія компанії з використання даного ПЗ на ринку	При швидкій реалізації та розвитку компанії по даному ПЗ є можливість встановлення монополії на ринку.	Реалізація продукції ПЗ та отримання відповідного прибутку. Використання коштів на розвиток компанії.
2	Підтримка використання ПЗ державою.	Надання привабливих інвестиційних можливостей зі сторони держави шляхом залучення необхідних фондів. Створення необхідної нормативної документації щодо вимог використання та впровадження ПЗ	Розвиток та модернізація компанії.

Кінцевим етапом аналізу можливостей щодо впровадження стартап-проекту є проведення SWOT-аналізу:

- сильні сторони (Strength);
- слабкі сторони (Weak);
- можливості (Opportunities);
- можливі загрози (Troubles).

SWOT-аналіз проведений у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – SWOT-аналіз

Сильні сторони (Strength)	Слабкі сторони (Weak)
<ul style="list-style-type: none"> -проект є новим на ринку України -сумісність з різними типами АСКОВЕ -можливість створення монопольного становища на ринку -наявність попиту серед об'єктів альтернативної енергетики -розвиток новітніх технологій -можливість залучення значних фінансових інвестицій -можливість інтегрування у наявні системи -зростання попиту з часом через політику держави 	<ul style="list-style-type: none"> -недовіра до нового продукту на ринку -малий досвід в впровадженні та використанні ПЗ -невелика підтримка розвитку ПЗ з боку держави -взаємодія тільки з відносно новим обладнанням -необхідність споживачів-регуляторів -загрози нестабільної роботи через новизну

Продовження таблиці 4.8

Можливості (Opportunities)	Загрози (Troubles)
<ul style="list-style-type: none"> - після виходу продукції на ринок України є можливість єдиної конкурентоздатності компанії -розвиток інтегрованого ПЗ та АСКОВЕ -зростання кількості споживачів з АСКОВЕ; -інтерес держави до впровадження ПЗ -налагодження контактів з електропостачальниками , які зможуть просувати проект серед своїх клієнтів - створення та розвиток сервісних служб для розповсюдження та надання консультації щодо продукції ПЗ 	<ul style="list-style-type: none"> -поява більш уніфікованого ПЗ; -не стабільність політичної та економічної ситуації в країні; -можливість появи сильних конкурентів

4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Спочатку, для можливості охоплення ринку передбачається розробка ринкової стратегії, яка передбачає опис та визначення основних груп потенційних споживачів.

Вибір основних груп споживачів та аналіз щодо компанії та її продукції вказано в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Основні групи потенційних споживачів

	Опис профілю основної групи потенційних споживачів	Готовність сприйняти продукт	Попит в межах групи споживачів	Конкуренція в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Великі та середні промислові підприємства з великим навантаженням та споживачами-регуляторами	Висока	Високий	Слабка	Проста
2	Електрогенеруючі компанії	Висока	Високий	Слабка	Проста
2	Бізнес-центри та торговельні центри	Висока	Високий	Слабка	Проста
3	Побутові споживачі - у майбутньому	Висока	Високий	Слабка	Проста

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Встановлення основних переваг концепції потенційного товару показано у таблиці 4.10

Таблиця 4.10 – Встановлення переваг концепції потенційного товару

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
Отримання прибутку	Дає можливість більш вигідно продавати електроенергію гарантованому покупцю, завдяки можливості слідувати прогнозним величинам	Простота у використанні, автоматизація, відносно невеликі кошти на реалізацію проекту, уніфікований формат даних прогнозних величин
Економія коштів, які витрачаються на електроенергію	Можливість економії грошей, зменшуючи обсяги купівлі електроенергії в найбільш дорожчий з продажу електроенергії період.	Програмне забезпечення дозволяє автоматизувати процес зменшення навантаження у години пік, а також накопичення енергії у нічний час, уніфікований формат даних прогнозних величин

Продовження таблиці 4.10

Розвиток альтернативної енергетики в країні	Змога розвитку альтернативної енергетики в країні шляхом впровадження новітньої технології та створення сприятливих умов, збільшення доходів від діяльності	Врахування побажань клієнтів та, а також можливості раціонального використання основних ресурсів
Постійна підтримка та оновлення програмного забезпечення	На постійній основі створює та оновлює основні функції програмного забезпечення, розширення можливостей	Постійні надходження інвестицій на розвиток програмного забезпечення

Для можливості постійного аналізу та координації компанією основних каналів комунікацій щоб надавати актуальну інформацію клієнтам використовується концепція маркетингової комунікації, яка показана в таблиці 4.11. Основне завдання маркетингової комунікації є вироблення постійного, та чіткого розуміння у споживачів про програмного забезпечення та постійність в інформуванні користувача про нові зміни в програмному забезпеченні.

Таблиця 4.11 – Концепція маркетингової комунікації

Основні групи споживачів	Комунікації, якими користуються клієнти	Ключові позиції, щодо інформування	Завдання повідомлення	Концепція рекламного звернення
Великі та середні промислові підприємства з великим навантаженням та споживачами - регуляторами	Інтернет, телебачення, радіо, маркетинг із уст в уста, інформування через електропостачальників	Надійність повнота інформації	Зацікавлення клієнта, надання повноти інформації щодо роботи ПЗ	Зручність повнота в інформування, достовірність
Електрогенеруючі компанії	Інтернет, телебачення, радіо, маркетинг із уст в уста, інформування через електропостачальників	Надійність повнота інформації	Зацікавлення клієнта, надання повноти інформації щодо роботи ПЗ	Зручність повнота в інформування, достовірність
Бізнес-центри та торгівельні центри	Інтернет, телебачення, радіо, маркетинг із уст в уста, інформування через електропостачальників	Надійність повнота інформації	Зацікавлення клієнта, надання повноти інформації щодо роботи ПЗ	Зручність повнота в інформування, достовірність

Висновки:

1. Представлений результат показує високу ефективність програмного забезпечення з точки зору зменшення витрат на електроенергію добового графіка електроспоживання, та безпосередніх витрат споживача пов'язаних з оплатою спожитої електричної енергії у разі зміни режимів споживання встановленого обладнання на основі тарифів диференційованих за часом споживання. Серед переваг варто зазначити просту інтеграцію в існуючі системи обліку електроенергії та існуюче інформаційне середовище підприємства. Також дане програмне забезпечення надає можливість для взаємодії з іншим програмним забезпеченням за допомогою обміну файлами з використанням розповсюджених протоколів обігу інформацією. Надає програмний інтерфейс для доступу до даних через MS SQL або ODBC з'єднання.

2. На підставі проведеного аналізу можна стверджувати, що існує можливість ринкової комерціалізації проекту. Визначено сильні, слабкі і нейтральні характеристики проектної ідеї, проаналізовано технологічна реалізація проектної ідеї. За результатами попередньої характеристики потенційного ринку стартап-проекту, потенційних клієнтів проекту, покрокового аналізу конкуренції на ринку, можна сказати, що попит є, а динаміка ринку відображає стійке зростання попиту.

3. Визначено, що певні чинники конкурентоспроможності сприятимуть підвищенню прибутковості стартап-проекту вище середньоринкової.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовані діючі нормативні документи з питань обліку та контролю електроспоживання, можливі системи електропостачання виробничих об'єктів, доступні та сучасні методи їх реалізації систем комерційного обліку електроенергії, а також побудував структурну схему системи контролю та обліку електроенергії об'єктів з комбінованим електропостачанням, яка буде задовольняти мету дослідження.

2. Впровадження АСКОЕ направлено на спрощення процедури розрахунків між абонентом і енергопостачальником, зниження комерційних і технічних втрат за рахунок підвищення точності, надійності вимірювання інформації з лічильників електричної енергії, але також на прикладі свого стартап-проекту я показав, що ці системи можливо використовувати й для більш широкого використання.

3. АСКОЕ надає ефективний інструмент, який дозволяє розробляти заходи щодо оптимізації використання електроенергії, варто приділяти увагу, щоб впроваджувати його якомога більше і всеосяжніше. Все це покращить режими роботи ОСР в цілому. Вважаю, що перехід до нової моделі ринку електричної енергії прискорює цей процес.

4. Визначено, що ймовірнісні моделі набули найбільшого поширення у прогнозуванні енергоспоживання, вони мають високий ступінь правильності прогнозування процесів в електроенергетиці. Найбільш широко використовується адитивна модель.

5. Розглянуто основні технічні рішення при реалізації системи контролю та обліку електроенергії з комбінованим електропостачанням.

6. Визначено методи підвищення точності ведення обліку електричної енергії, скорочення часу збору та обробки даних, прийняття управлінських рішень, проведення автоматичних розрахунків за отримані та відпущені обсяги електричної енергії.

7. Проведені розрахунки, для вибору трансформаторів струму для двох напрямлених лічильників та вибрані лічильники електричної енергії, які відповідають вимогам ПУЕ та ККО , програмне забезпечення та інші необхідні компоненти для побудови системи контролю та обліку електроенергії для ТОВ «Гідра» з системою комбінованого електропостачання.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Схеми роботи сонячної електростанції : вебсайт. URL: <http://tehnovator.com.ua/ua/energy-ua/sun-battery-ua/sun-battery-schema-ua.html> (дата звернення: 02.09.2020).
2. Лукутин Б.В. Децентрализованные системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие/ Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 100 с.
3. Інформація щодо потужності та обсягів виробництва електроенергії об'єктами відновлюваної електроенергетики, веб-сайт. URL: https://saee.gov.ua/sites/default/files/1_kv_2020_VDE.pdf (дата звернення: 02.09.2020).
4. Сумісна робота ВДЕ і централізованого електропостачання : веб-сайт. URL: <http://inmad.vntu.edu.ua/portal/index.php?act=fedit&f=site&v=doc&parent=5687&user=10482> (дата звернення: 10.09.2020).
5. Розосереджені джерела електроенергії в електричних мережах, Лежнюк П.Д. , докт. техн. наук, Кулик В.В. , канд. техн. наук, Ковальчук О.А. Хоменко В.О.
6. Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням: веб-сайт.URL: <http://tsem.iee.kpi.ua/files/%D0%9A%D0%BE%D1%86%D0%B0%D1%80%20%D0%9E.%D0%92.%20%D0%90%D0%A1%D0%9A%D0%9E%D0%95.pdf> (дата звернення: 02.10.2020).
7. Кодекс комерційного обліку електричної енергії: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0311874-18#Text> (дата звернення: 02.10.2020).
8. Закон України «Про ринок електричної енергії» : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#top>. (дата звернення: 11.11.2020).

9. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України «Про затвердження правил улаштування електроустановок», 2017, №476, с.759.

10. Наказ «Про затвердження Концепції побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку» : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0032558-00#Text> (дата звернення: 11.11.2020).

11. Черненко П. А. Прогнозирование электрических нагрузок с учетом регулирования электропотребления / П. А. Черненко // Пр. Інститут електродинаміки НАНУ. – 2004. – № 2(8). – С. 149–150.

12. Черненко П. А. Обработка и анализ информации для иерархического прогнозирования электрических нагрузок / П. А. Черненко, А. В. Мартынюк, А. И. Заславский // Праці ІЕД НАНУ. – 2006. – Вип. 2(14). – С 47–49.

13. Черненко П. А. Прогнозирование суммарной электрических загрузки электроэнергетической системы в экстремальных точках суточного графика / П. А. Черненко, А. В. Мартынюк, П. А. Черненко // Вісник НУ «Львівська політехніка». – 2007. – № 596. – С. 95–101.

14. Черненко П. О. Середньострокове дворівневе прогнозування електричного споживання енергооб'єднання / П. А. Черненко, О. В. Мартинюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2008. – № 6. – С. 77–81. – ISSN 1997-9266.

15. Черненко П. О. Ідентифікація параметрів математичної моделі для короткострокового прогнозування електричного навантаження енергооб'єднання / П. О. Черненко // Науковий вісник Академії муніципального управління, серія «Техніка». – 2010. – Вип. 1. – С. 168–179.

16. Авата Х. Модель среднесрочного прогнозирования спроса на электроэнергию / Х. Авата, Ц. Хаттори, Н. Сакураи // Дэнреку кэй дзай кэнкю. – 1985. – № 18. – С. 17–40.

17. Безденежных А. Г. Статистическое прогнозирование максимумов загрузки и электропотребления энергетических систем и промышленных предприятий / А. Г. Безденежных, А. М. Тихонов // Электроснабжение и автоматизирование электрически-приводных промышленных предприятий. – 1984. – С. 3–8.
18. Бэнн Д. В. Сравнительные модели прогнозирования электрической нагрузки / Д. В. Бэнн, Е. Д. Фармер. – М. Энергоатомиздат, 1987. – 200 с.
19. Гордеев В. И. Управление электроуравнение и его прогнозирование / В. И. Гордеев, И. Е. Васильев, В. И. Щуцкий. – Ростов-на-Дону Ростовский университет, 1991. – 104 с.
20. Гросс Дж. Краткосрочное прогнозирование нагрузки / Дж. Гросс, Ф. Д. Гальяна // ТИИЭР. Темат. Вип. «ЭВМ в управлении энергосистемами». – 1987. – Т. 75. – № 12. – С. 6–23.
21. Гурский С. К. Методы теории искусственного интеллекта в задачах оперативного прогнозирования недоступных для измерения режимных параметров / С. К. Гурский, С. В. Домников // Алгоритмы обработки данных в электроэнергетике. – Иркутск СЭИ. – 1982. – С. 148–158.
22. Ефременко Ф. В. Прогнозирование реализации электроэнергии по энергосистеме с использованием метода скользящей авторегрессии / Ф. В. Ефременко, С. С. Савенко, Г. И. Бровун // Изв. Вузов. Энергетика. – 1980. – № 1. – С. 83–88
23. Левуш А. И. Методика прогнозирования электропотребления групп точек поставки на оптовом рынке электроэнергии и мощности / А. И. Левуш, Г. М. Поляк / Электрические станции. – 2008. – № 8. – С. 33–40.
24. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования / Ю. П. Лукашин. – М. Статистика, 1979. – 251 с

25. Макоклюев Б. И. Взаимосвязь точного прогнозирования и неравномерности графиков электропотребления / Б. И. Макоклюев, В. Ф. Электрические станции. – 2005. – № 5. – С. 49–54.
26. Маныкина Л. А. Принципы формирования и прогнозирования суточных графиках по продолжительности загрузки энергосистемы с использованием статистических методов временных рядов / Л. А. Маныкина / Изв. вузов. Энергетика. – 1985. – № 1. – С. 22–26.
27. Надтока И. И. Адаптивные модели прогнозирования нестационарных временных рядов электропотребления / И. И. Надтока, А. В. Седов // Изв. вузов. Электромеханика, 1994. – № 1–2. – С. 57–64.
28. Ноздренков В. С. Прогнозирование электрических нагрузок промышленных предприятий / В. С. Ноздренков, А. Ю. Хатунцев, И. В. Мошенский // «Вісник СумДУ. Серія Технічні науки», 2009. – № 2. – С. 135–139.
29. Подорожнюк А. А. Нейросетевые технологии в прогнозировании телекоммуникационного трафика / А. А. Подорожнюк // Системи обробки інформації, 2007, Вип. 4 (62). Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. – С. 91–96.
30. Прогнозирование электропотребления в энергосистеме с учетом температуры воздуха и освещенности / [А. В. Демура, И. И. Надтока, А. В. Седов и др.] // Электрика. – 2005. – № 3. – С. 18–24.
31. Седов А. А. Системы контроля, распознавания и прогнозирования электропотребления: модели, методы, алгоритмы и средства / А. В. Седов, И. И. Надтока. – Ростов-на-Дону. Изд. РГУ, 2002. – 320 с.
32. Ханк Д. Э. Бизнес-прогнозирование / Д. Э. Ханк, Д. У. Уичерн, А. Дж. Райтс пер. с англ. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2003. – 656 с
33. Праховник А. В. Прогнозування електричних навантажень нейронних мереж / А. В. Праховник, В. А. Попов, Д. М. Федосенко //

Технічна електродинаміка. Темат. вип. «Проблеми сучасної електротехніки» .
– 2004. – Ч. 4. – С. 24–27.

34. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов / Т. Андерсон. – М. Мир, 1976. – 755 с

35. Большев Л. Н. Таблицы математической статистики / Л. Н. Большев, Н. В. Смирнов. – М. Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 416 с

36. Вадзинський Р. Статистические вычисления в среде Excel / Р. Вадзинский. – СПб. Питер, 2008. – 608 с.

37. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика В. Е. Гмурман. – М. Высшая школа, 2004. – 479 с

38. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений / А. К. Митропольский. – М. Наука, 1971. – 576 с

39. Шидловский А. К. Введение в статистическую динамику систем энергоснабжения / А. К. Шидловский, Э. Г. Куренный. – К. Наукова думка, 1984. – 273 с.

40. Гурский С. К. Адаптивное прогнозирование временных рядов в электроэнергетике / С. К. Гурский. – Минск Наука и техника, 1983. – 271 с.

41. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит пер. с англ. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2007. – 912 с

42. Оценивание состояния в электроэнергетике / [А. З. Гамм, Л. Н. Герасимов, Н. Н. Голуб и др.]. – М. Наука, 1983. – 300 с

43. Седов А. А. Системы контроля, распознавания и прогнозирования электропотребления: модели, методы, алгоритмы и средства / А. В. Седов, И. И. Надтока. – Ростов-на-Дону. Изд. РГУ, 2002. – 320 с

44. Методы решения задач реального времени в электроэнергетике / [А. З. Гамм, Ю. Н. Кучеров и др.]. – Новосибирск Наука, 1990. – 294 с.

45. Ту Дж. Принципы распознавания образов / Дж. Ту, Р. Гонсалес пер. с англ. : Мир, 1978. – 412 с

46. Фор А. Восприятие и распознавание образов / А. Фор пер. с англ.: Машиностроение, 1989. – 272 с.
47. Алиев Р. А. Управление производством при нечеткой исходной информации / Р. А. Алиев, А. Э. Церковный, Г. А. Мамедова – М., 1991. – 240с
48. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления / Под ред. Н. Д. Егупова. – М. Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 744 с
49. Тутубалин В. Н. Теория вероятностей и случайных процессов учеб. пособ. / В. Н. Тутубалин. – М. Изд. МГУ, 1992. – 400 с.
50. Беляев Л. С. Применимость вероятностных методов в энергетических расчетах / Л. С. Беляев, Л. А. Крумм // Изв. АН СССР Энергетика и транспорт, 1983. – № 2. – С. 3–11.
51. Левин М. С. Методы теории решений в задачах оптимизации систем электроснабжения / М. С. Левин, Т. Б. Лещинская. – М. ВИПКэнерго, 1989. – 130 с.
52. Алиев Р. А. Управление производством при нечеткой исходной информации / Р. А. Алиев, А. Э. Церковный, Г. А. Мамедова – М., 1991. – 240с
53. Галушкин А. И. Теория нейронных сетей / А. И. Галушкин. – М. ИПРЖР, 2000. – 416 с
54. Прикладные нечеткие системы / [К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.] Мир, 1993. – 368 с
55. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06#Text> (дата звернення: 20.11.2020).